inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BTT-67

ISSN 0395-7519

BULLETIN TECHNIQUE

N° 66 - DECEMBRE 1986

trimestriel

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

P1497

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N° 66 - DECEMBRE 1986

C.R.Z.V. de Theix - 63122 CEYRAT - Tel. (73) 92.42.63

RAPPEL

BULLETIN TECHNIQUE C.R.Z.V. THEIX
(21 910)

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 1987

120,00 F T.T.C. (France)
165,00 F (Etranger)

à retourner à :

INRA - Service des Publications
Rte de St Cyr - F 78000 Versailles

Bulletin technique C.R.Z.V. Theix - 21910

1987 ABONNEMENT (4 numéros / an) France 120 F
SUBSCRIPTION (4 issues per year) Etranger
Abroad 165 F

NOM ou RAISON SOCIALE de l'organisme payeur :

Nombre d'abonnements demandés :

DESTINATAIRE (S)

Nom (Name) :

Organisme (Organization) :

Adresse (Address) : Pays :

Code postal (Zip code) :

Fourniture éventuelle des collections des années antérieures ☐
(4 numéros par an)

Date
Signature
(ou cachet)

Paiement ci-joint ☐
Enclosed payment ☐

Règlement sur facture ☐
Invoice requested ☐

Paiement à l'ordre du Régisseur des Publications C.C.P. 9064 - 43 V Paris
Payment should be made to Régisseur des Publications.

Code postal (Zip code) :

Adresse (Address) :

Ville :

Nom (Name) :

Prénom (First name) :

Adresse d'expédition différente

NOM de JEUNE FILLE (si différent) :

Bulletin technique C.E.Z.A. Arles - Stain

ABONNEMENT POUR L'ANNEE 19..

130,00 F T.T.C. (France)

152,00 F (Etranger)

BULLETIN TECHNIQUE C.E.Z.A. ARLES

ANNUEL

Sommaire

Pâturage pour vaches laitières. 2. Simplification des systèmes de pâturage et niveaux de complémentation en zone normande
A. HODEN, A. MULLER, M. JOURNET et P. FAVERDIN 5

Composition des aliments concentrés pour les veaux d'élevage
J.L. TROCCON, P.R. PARRASSIN et J.M. TROMMENSCHLAGER 17

Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe
J.B. COULON, J.P. GAREL et A. HODEN 23

Utilisation de foins humides traités à l'ammoniac par des génisses
J.P. DULPHY, J. BONY, J. ROUEL et J.M. GIRAUD 31

Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellules adipeuses
J. ROBELIN et J. AGABRIEL 37

Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant
J. AGABRIEL, J.M. GIRAUD et M. PETIT 43

Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et Holstein × Montbéliards engraissés au pâturage.
1. Alimentation et croissance, caractéristiques et qualité des carcasses
P.R. PARRASSIN et J.H. TEISSIER 51

Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et Holstein × Montbéliards engraissés au pâturage.
2. Caractéristiques physico-chimiques des viandes
P.R. PARRASSIN, Rolande DUMONT et J.H. TEISSIER 61

Valeur énergétique des matières grasses de la ration des vaches laitières
M. VERMOREL, D. SAUVANT et Brigitte MICHALET-DOREAU 67

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 5-16

Pâturage pour vaches laitières

2. Simplification des systèmes de pâturage et niveaux de complémentation en zone normande

A. HODEN*, A. MULLER**, M. JOURNET* et P. FAVERDIN*
avec la collaboration de J.R. PECCATTE** et M. FARGETTON**

** INRA St-Gilles, Station de Recherches sur la Vache laitière, 35590 L'Hermitage*
*** INRA, Domaine du Pin-au-Haras, 61310 Exmes*

Dans un précédent article (HODEN *et al.*, 1986), nous avons présenté un système de pâturage tournant simplifié pour des vaches laitières ne comportant qu'un nombre limité de parcelles. Les comparaisons réalisées à mêmes niveaux de chargement durant 2 années consécutives par rapport au système rationné, avaient permis d'obtenir des performances animales individuelles et à l'hectare identiques.

Dans la suite du programme expérimental mené à l'INRA au Pin-au-Haras, nous avons voulu pousser la simplification du pâturage en faisant succéder le pâturage intensif libre (PIL) au printemps et le pâturage tournant à partir de l'été. L'utilisation du PIL à cette période se justifiait par la croissance rapide de l'herbe au printemps (LEMAIRE et SALETTE, 1981) et par les résultats favorables obtenus avec cette technique dans de nombreuses régions de France et notamment en Bretagne (KEROUANTON, comm. pers.) et en Normandie (LEBRUN *et al.*, 1981 et 1984). Durant la suite de la saison, ce mode de conduite apparait généralement moins performant (CAMPLING, 1975 ; CASTLE et WATSON, 1975 ; LEAVER, 1985) lorsque la pousse de l'herbe se ralentit sous l'effet des conditions climatiques moins favorables et de l'épuisement de la plante par suite de son cisaillement fréquent par l'animal (GILLET, 1981).

L'objectif des 2 années suivantes d'essais (1984 et 1985) a été d'effectuer des comparaisons les plus strictes possibles entre le pâturage rationné (témoin) et le pâturage libre puis tournant (expérimental) conduits en principe à mêmes niveaux de chargement. Par ailleurs, de façon à mesurer les effets de la complémentation à l'herbe et les interactions éventuelles avec le mode de conduite, nous avons mené chacun des systèmes de pâturage à 2 niveaux de concentré.

Ces deux années étant la suite logique de la précédente publication (années et essais 1 et 2), nous les appellerons 3 (1984) et 4 (1985) et nous ne rapporterons ici que les conditions expérimentales spécifiques.

I. Conditions expérimentales

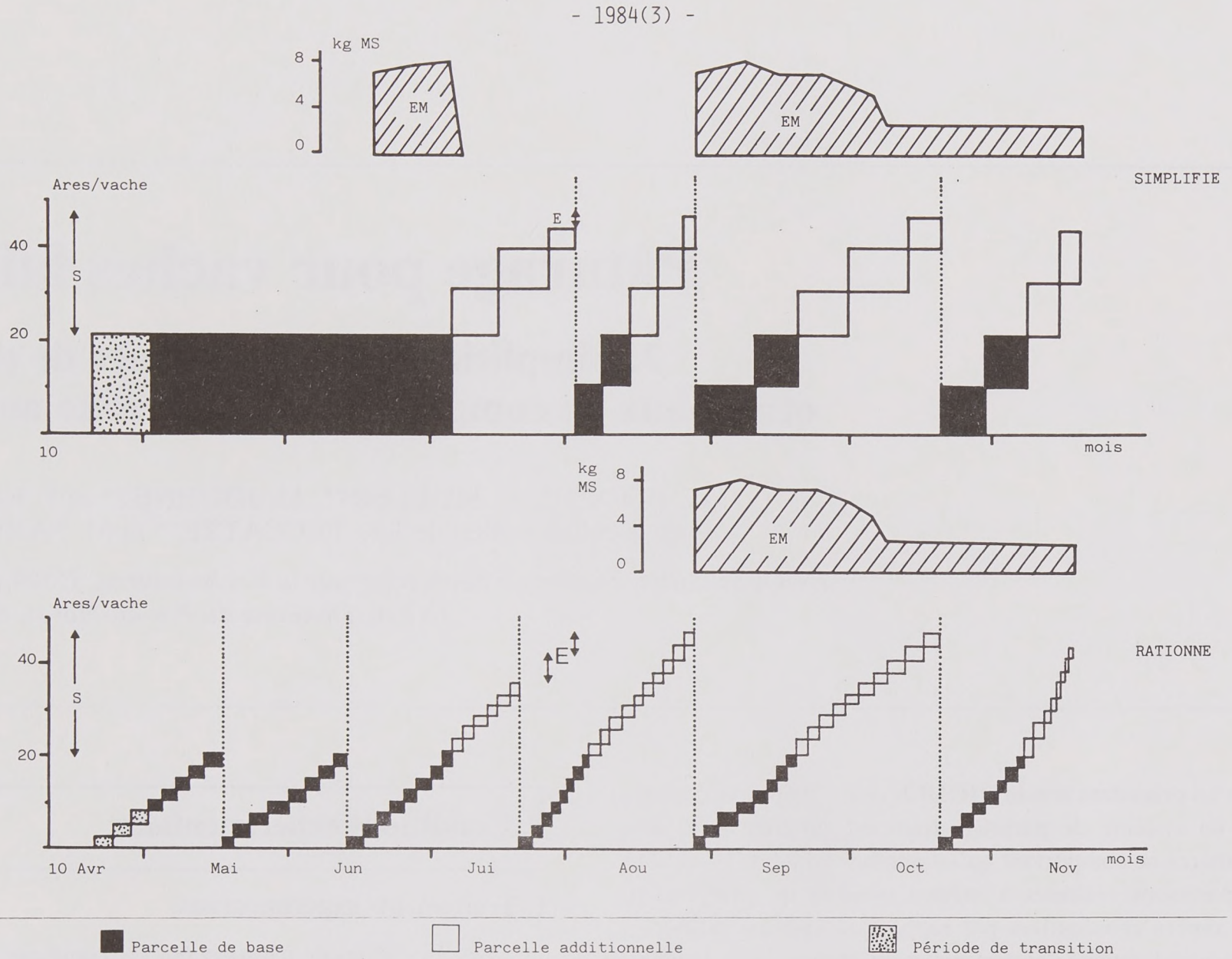
1. Traitements expérimentaux

Les 2 systèmes de pâturage ont été comparés en interaction avec les 2 niveaux de complémentation suivant un schéma factoriel (2 × 2) au cours des 2 années consécutives (essais 3 et 4).

a) Systèmes de pâturage et mode de conduite

Le système de pâturage rationné utilisé comme témoin a été le même que celui pratiqué au cours des essais 1 et 2 (HODEN *et al.*, 1986). Le nombre de parcelles a varié pratiquement du simple au double entre le printemps sur la surface de base à 6 ou 8 parcelles et la fin de la saison : 14 à 16 parcelles avec les surfaces additionnelles. Le temps de séjour a été de ce fait relativement court (4 jours au maximum par parcelle) et l'âge des repousses a varié en moyenne de 25 jours au printemps à 35 jours en automne. Ce système rationné a été conduit à un niveau de chargement supposé optimum, c'est-à-dire qu'il a été ajusté de façon continue à la quantité d'herbe disponible selon les conditions pédo-climatiques de la saison. Dans les conditions du PIN, il a varié en moyenne de 5 vaches / ha au printemps à environ 2,5 en automne (fig. 1).

Le système de pâturage simplifié mis en place n'a comporté qu'une parcelle au printemps (PIL) et a été suivi d'un pâturage tournant à 4 parcelles au maximum. La surface offerte au printemps a été identique à celle habituellement utilisée en pâturage rationné soit de 20 ares / vache. A partir de l'introduction de la surface additionnelle et du pâturage tournant, les changements de parcelle ont en principe été effectués à chaque fois que les animaux du système rationné avaient pâturé une surface identique à celle allouée en une seule fois au lot expérimental. Compte tenu du rapport du nombre de parcelles entre les 2 systèmes, un changement de parcelle en pâturage tournant a en moyenne été effectué à chaque fois que les vaches du système rationné avaient



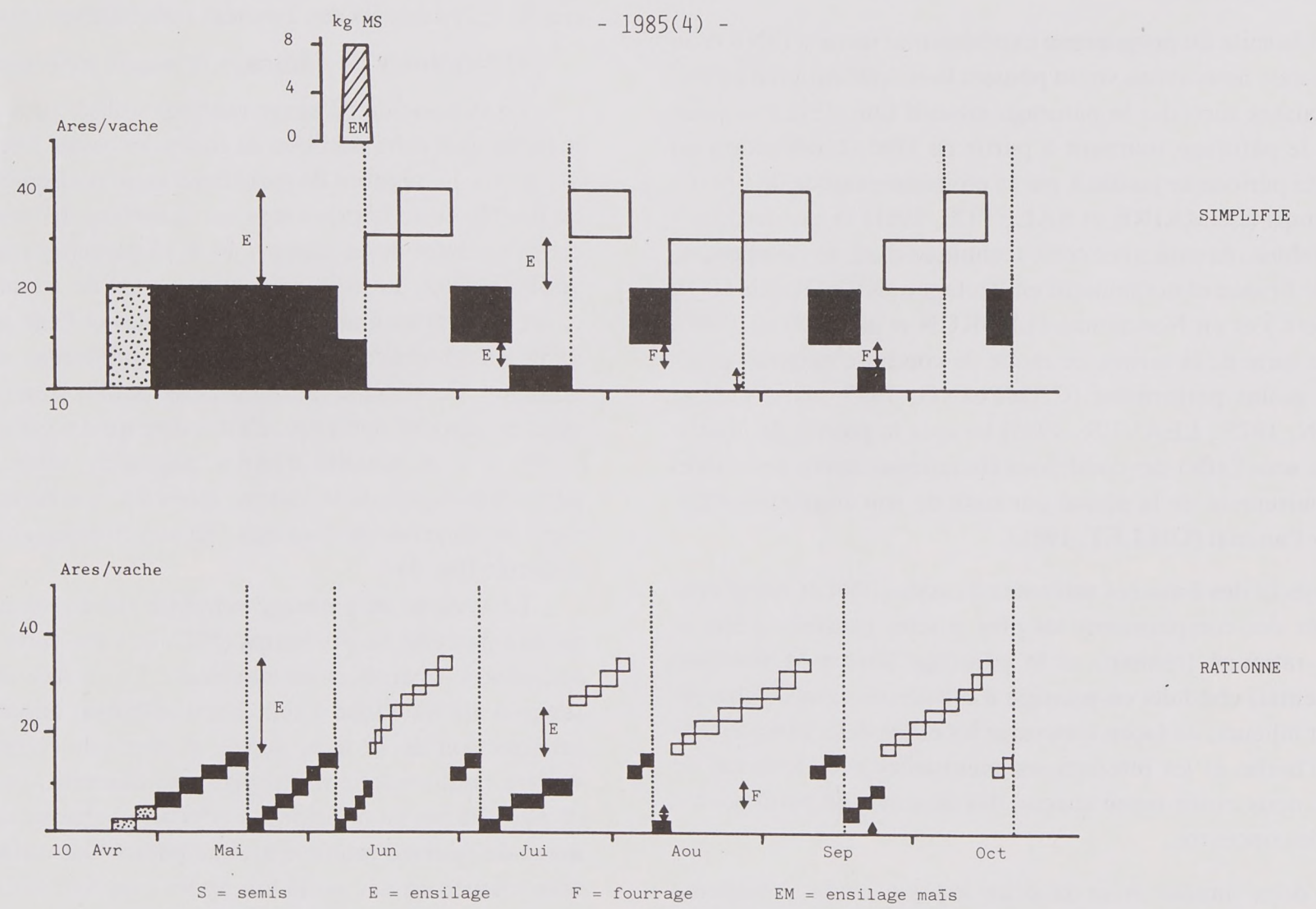


FIG. 1 : *Déroulement du pâturage selon les systèmes*

pâturé 4 parcelles (fig. 1). L'application de ce principe était le meilleur moyen d'obtenir des chargements identiques entre les 2 systèmes.

b) Niveaux de complémentation

Selon un schéma factoriel, la moitié des vaches de chacun des systèmes de pâturage a reçu une complémentation en aliment concentré (niveau haut - H) tandis que l'autre n'en a pratiquement pas reçu (niveau bas - B) hormis la quantité constante de 500 g de support + minéraux. Chaque vache du niveau H a reçu par ailleurs une quantité constante d'aliment concentré de type production (0,95 UFL / kg et 120 PDI / UFL) sur l'ensemble de la saison déterminée à partir de la production individuelle observée durant la préexpérience (2 ou 3 semaines avant la mise à l'herbe). Les niveaux de complémentation retenus lors de la mise en lots ont été de 20 kg de lait pour les multipares et de 17 kg pour les primipares. Le rythme d'apport utilisé a été de 1 kg d'aliment concentré par tranche de 3 kg de lait au-dessus de ces seuils. Pour le niveau H, ceci a correspondu en moyenne à un apport supplémentaire d'aliment concentré de 2,3 kg en 1984 et de 2,9 kg en 1985 par rapport aux animaux des lots B.

2. Conditions de milieu - Fertilisation

Le milieu naturel (sol, climat...) du domaine du Pin-au-Haras a été largement décrit dans la publication précédente. La surface de base constituée de prairies permanentes est en constante amélioration grâce aux apports continus de fertilisants et d'amendements mais surtout en raison de la mise en place du drainage. La surface additionnelle est une prairie temporaire de ray-grass anglais + trèfle blanc (variétés Citadel + Huia) implantée en avril 1984.

Un apport azoté de 70 (essai 3) à 90 (essai 4) kg d'N / ha a été réalisé au printemps (mars) sur l'ensemble de la surface de base. Par la suite, une fertilisation azotée a été pratiquée après chaque exploitation en rationné et en tournant à raison de 40 à 60 kg d'N / ha. En PIL, l'apport d'N a été effectué toutes les 2 semaines en présence des animaux sur la moitié de la surface à raison de 50 unités environ par passage. Ainsi au total, la fumure azotée a été supérieure d'environ 80 unités par rapport aux essais 1 et 2 puisqu'elle a atteint 250 à 300 kg d'N / ha en 5 ou 6 passages annuels (tabl. 1), sauf sur la surface additionnelle l'année d'implantation.

3. Constitution des lots expérimentaux

Chaque année, 48 vaches en majorité de type Pie Noir (10 p.100 de Normandes) ont été utilisées pour constituer les 4 lots expérimentaux selon un schéma factoriel (systèmes × complémentation). La mise en lots a été faite sur les critères habituels d'appariement (production et composition du lait, âge, stade de lactation, poids vif...) à l'issue d'une période préexpérimentale de 3 (essai 3) ou 2 (essai 4) semaines en fin de période hivernale. Grâce à la sélection génétique pratiquée sur le troupeau depuis sa création et surtout au décalage volontaire des vêlages vers le début de l'année (janvier à mars), il a été possible de constituer des lots expérimentaux d'un bon niveau de production. Ainsi, les

TABLEAU 1

Caractéristiques du pâturage

Année (n° essai)		1984 - (3)		1985 - (4)	
Systèmes de pâturage		RATIONNE	SIMPLIFIE	RATIONNE	SIMPLIFIE
Dates		20/04 au 18/11		22/04 au 23/10	
Durée du pâturage (j) (1)	SB..	131 } 212		103 } 184	
	SA..	81 }		81 }	
Effectif par système		23,8		24	
Surface pâturée (ha)	SB..	5,2 } 11,2		3,9 } 8,4	5,1 } 9,6
	SA..	6,0 }		4,5 }	4,5 }
Variations en cours de saison :			PIL → tournant		PIL → tournant
- nombre de parcelles		8 → 18	1 → 5	6 → 14	1 → 4
- temps séjour par parcelle (j)		4 → 2	77 → 5	5 → 2	45 → 10
- durée d'un cycle (j)		27 → 53	77 → 53	19 → 39	45 → 39
- âge de l'herbe (j)		24 → 42	? puis 30 → 38	18 → 34	? puis 30 → 35
Surface fauchée "développée" (ha)		2,6	0,6	9,5	12,0
Herbe récoltée (kg MS/ha STS)		490	125	3 750	3 800
Fumure azotée (kg N/ha)	SB..	250	280	270	280
	SA..	180	180	300	300
Nombre "jours pâturage"/ha	SB..	613	603	634	484
	STS..	450	452	526	460
Chargement (animaux/ha)	SB..	4,66	4,66	6,16	4,69
	STS..	2,12	2,12	2,86	2,50

(1) dont 11 jours de transition en 1984 et 7 jours en 1985.
SB = surface de base ; SA = surface additionnelle ; STS = surface totale système (SB + SA).

quantités de lait 4 p.100 produites en début d'essai étaient respectivement de 26,8 kg avec 29 p.100 de primipares et de 29,8 kg avec 17 p.100 de primipares, à des stades moyens de lactation de 14 et 6 semaines pour les années 1984 et 1985. Le poids vif moyen des lots en préexpérience (régime hivernal) était de 620 kg pour l'essai 3 et de 645 kg environ pour l'essai 4.

4. Mesures - Interprétation des résultats

Les mêmes mesures zootechniques (production et composition du lait, pesées des animaux, quantités de complémentaires distribuées...) que celles réalisées pour les essais 1 et 2 ont été effectuées au cours de ces 2 années. Par ailleurs, afin d'analyser les éventuelles variations de la composition du lait (taux butyreux et protéique) selon les systèmes de pâturage, nous avons effectué en 1985 un prélèvement journalier de lait correspondant à chacun des lots de pâturage. La quantité d'herbe présente à l'entrée des animaux de chaque parcelle a été mesurée au cours des 2 années pour le système rationné et uniquement en 1984 pour le pâturage simplifié. Des cages ont aussi été disposées dans les parcelles de ce système afin d'effectuer des mesures de croissance de l'herbe durant le temps de séjour des animaux. Les prélèvements d'herbe ont été effectués manuellement à l'aide de tondeuses à bordure au cours de l'essai 3 selon la même méthodologie que celle présentée pour les 2 années précédentes. Durant l'essai 4, nous avons utilisé une motofaucheuse munie d'une barre de coupe de 50 cm de large en adoptant une pression de prélèvement de 0,25 p.100 de la surface. Des analyses fourragères classiques ont été effectuées sur les échantillons d'herbe ainsi prélevés.

Les résultats zootechniques individuels ont été interprétés statistiquement par analyse de variance - covariance (SEEBECK, 1976) qui permet de prendre en compte pour chaque analyse l'ensemble des traitements expérimentaux (systèmes × complémentation) ainsi que leur interaction et de dégager l'influence propre de chacun de ceux-ci. La covariable utilisée correspond aux valeurs observées au cours de la préexpérience. Les bilans de pâturage ont été calculés selon la méthode proposée par l'INRA (HODEN *et al.*, 1986).

II. Résultats

1. Déroulement du pâturage

Les conditions climatiques de l'année ont influencé l'exploitation des surfaces.

La saison de pâturage 1984 (essai 3) s'est caractérisée (fig. 2) par un printemps extrêmement humide (160 mm en mai) suivi d'un été sec (50 mm au total de juin à août). Il en est résulté une faible croissance de l'herbe qui a nécessité l'utilisation de la surface de base prévue (21 ares) dans les 2 systèmes puis d'une surface additionnelle plus importante de 9 ares par vache en système simplifié. Ceci a été rendu nécessaire afin d'accorder un temps de rapos suffisant à la surface de base avant d'être utilisée en pâturage tournant, malgé un apport d'ensilage de maïs de 7,6 kg MS en moyenne pendant 20 jours (pâturage à mi-temps) en fin de période en PIL (fig. 1). Ainsi la surface additionnelle exploitée en fauche a été plus importante de 2 ha en système rationné. Au total cependant les récoltes d'excédents ont été faibles dans cet essai (tabl. 1) en raison de l'implantation de la surface additionnelle au printemps qui a représenté 54 p.100 de la surface totale du système (STS). Le chargement a aussi été médiocre (47 ares STS / vache) et il a même été nécessaire d'effectuer un pâturage à mi-temps et d'apporter une complémentation élevée en ensilage de maïs (7 kg MS en moyenne + 700 g de tourteau de soja) de la fin août jusqu'au début octobre. Ensuite, cet apport a été réduit à 2,5 kg MS jusqu'à la rentrée en stabulation.

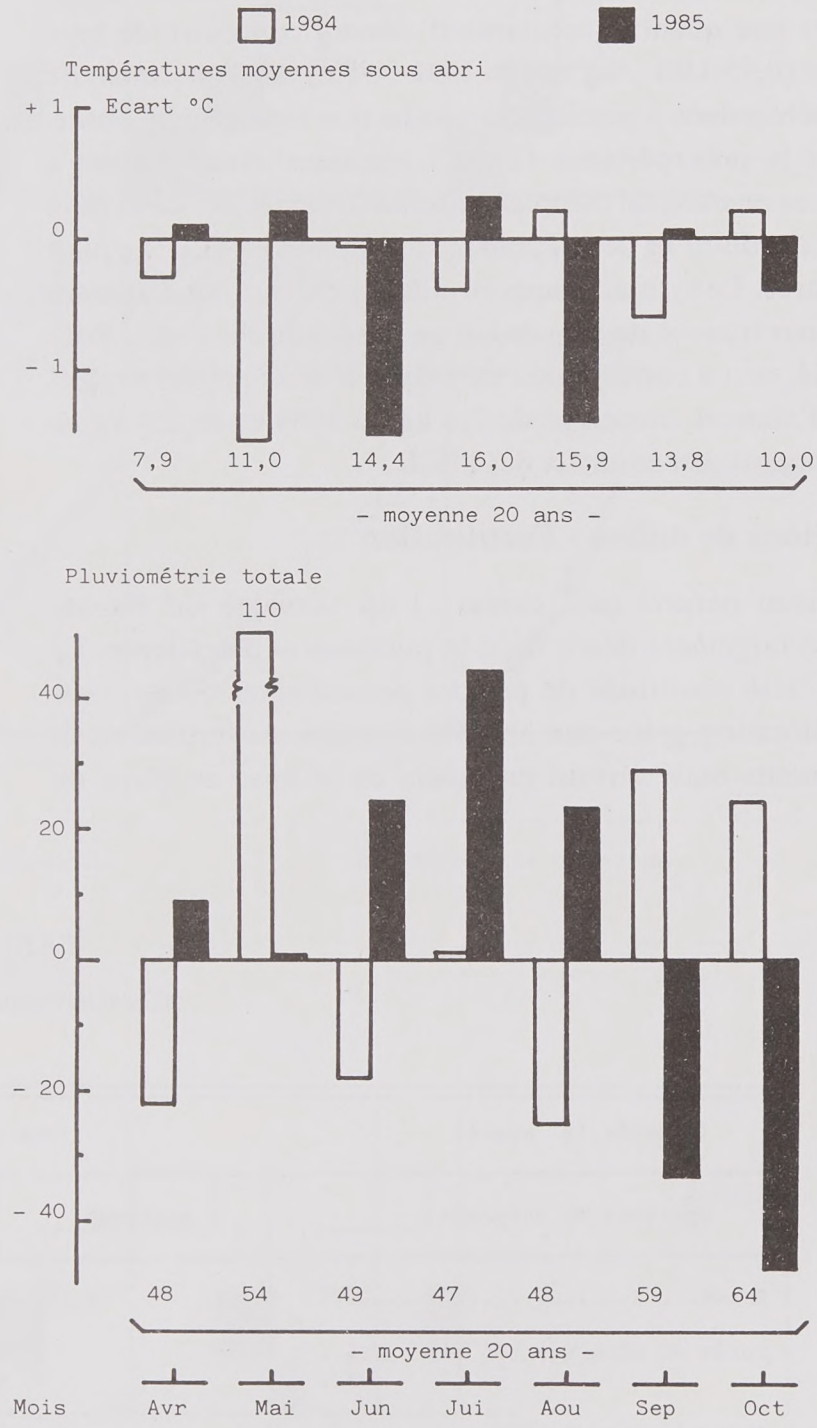


FIG. 2 : *Conditions climatiques mensuelles*
Ecarts par rapport à la moyenne des 20 années précédentes

La saison 1985 (essai 4) a bénéficié au contraire de conditions climatiques presque idéales et a permis ainsi un excellent pâturage : la pluviométrie n'a pas été excessive au printemps (55 mm en mai) et a été supérieure à la moyenne durant l'été avec 60 à 80 mm par mois (fig. 2). Ces conditions favorables ont permis d'assurer une productivité exceptionnelle de la surface additionnelle en 1ère année d'exploitation (jeune semis de 1984) qui a été ensilée ou pâturée 5 fois à des intervalles inférieurs à 1 mois. Ainsi au printemps, la surface de base prévue de 21 ares par vache et attribuée en totalité au PIL a pu être réduite à 16 ares en système rationné. Par la suite, il a même encore été possible de récolter des excédents fourragers issus de la surface de base (fig. 1) de chacun des 2 systèmes et la surface additionnelle n'a

été finalement que de 19 ares par vache. Globalement les surfaces utilisées par animal ont été ainsi plus faibles de 12 p.100 dans le système rationné par rapport au simplifié (respectivement 35 et 40 ares) avec des récoltes d'excédents importantes et identiques dans les 2 systèmes (3,8 t MS / ha STS). Cependant pour préparer des repousses suffisantes sur la surface de base entre la sortie en PIL et son utilisation en pâturage tournant, nous avons effectué dans ce système un pâturage à mi-temps pendant la dernière semaine d'exploitation en PIL sur la moitié de la surface de base. Simultanément, nous avons apporté la nuit une demi-ration d'ensilage de maïs (7 kg MS + 700 g de tourteaux de soja) aux vaches gardées en stabulation.

2. Production d'herbe et valeur nutritive

La valeur alimentaire de l'herbe a au moins été aussi élevée en système simplifié sauf durant la fin de la période en PIL.

Bien que les méthodes de prélèvement utilisées ne soient pas comparables entre années, les quantités d'herbe offertes ou présentes à l'entrée de chaque parcelle ont été en moyenne d'un peu plus de 2 t MS / ha par cycle dans le système rationné et de 1,5 t MS / ha (1984) dans le simplifié (tabl. 2). Ces quantités ont été beaucoup plus variables dans ce dernier système, en particulier durant la fin de la période en PIL (fig. 3) où elles ont atteint des niveaux très faibles (0,8 t MS / ha). Mais dans ce système, la croissance de l'herbe durant le temps de séjour des animaux a été importante puisqu'elle a été en moyenne par période de 1,4 t MS / ha (croissance sous cages). Si l'on admet que les animaux ne peuvent disposer que de la moitié de la pousse de l'herbe (BOSCH, 1956, repris par MEIJS, 1981 et LANTINGA, 1985), les quantités totales d'herbe offertes par période aux vaches du système simplifié seraient d'environ 2,2 t MS / ha. Dans ces conditions, les quantités offertes dans chacun des deux systèmes seraient comparables, sauf durant la fin de la période en PIL (fig. 3).

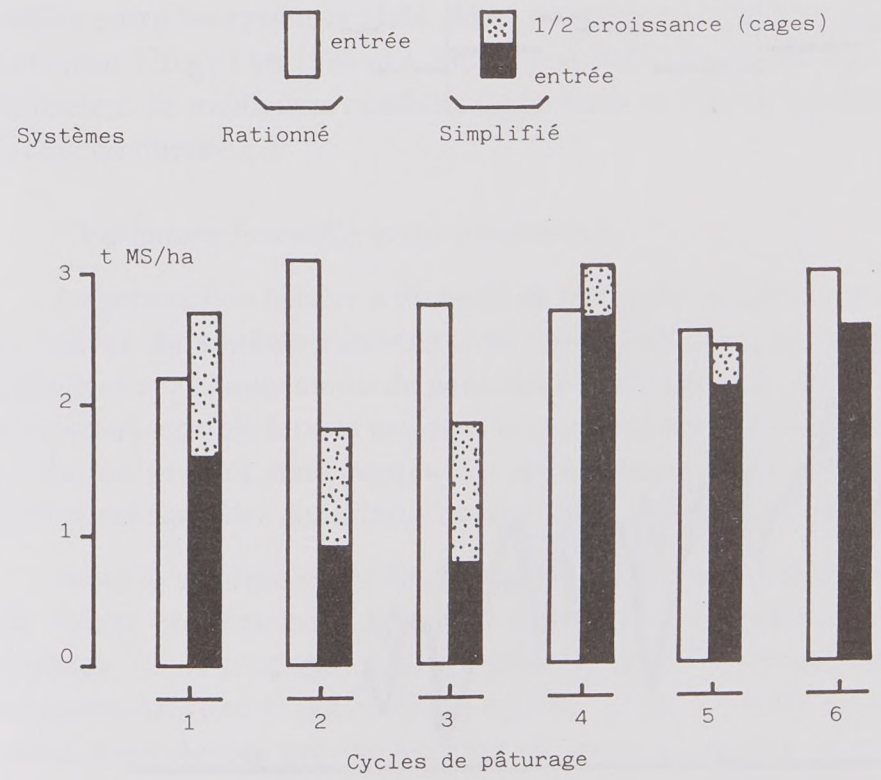


FIG. 3 : *Quantités d'herbe offertes aux animaux* (1984)

Pour l'unique comparaison réalisée en 1984, la pression de pâturage serait ainsi identique entre les deux systèmes et d'environ 22 kg MS / vache / jour. L'estimation des quantités d'herbe ingérée aboutirait à environ 13 kg MS par vache et par jour pour une production de 18 kg de lait 4 p.100 et un apport moyen de 3,5 kg MS d'aliments complémentaires (concentré + ensilage de maïs). Mais l'estimation des quantités ingérées par les méthodes de fauche reste peu précise puisque le coefficient de variation d'une mesure a été supérieur à 30 p.100. Pour l'avenir, nous avons l'intention d'utiliser les méthodes indirectes basées sur l'emploi de l'oxyde de chrome qui sont beaucoup plus précises d'après les premiers résultats acquis (MELIX *et al.*, 1986).

La valeur nutritive de l'herbe offerte aux animaux du système simplifié est au moins aussi élevée que celle apportée aux vaches du lot rationné (tabl. 2). Ceci est à attribuer à l'âge moyen plus précoce des repousses à l'entrée dans les parcelles (1 semaine) et surtout à l'excellente valeur nutritive des jeunes pousses feuillues issues de la croissance durant le temps de séjour des animaux.

TABLEAU 2

Production et composition chimique de l'herbe

Année (n° essai)	1984 (3)		1985 (4)
Mode de prélèvement	Tondeuse à bordure		Motofaucheuse
Systèmes de pâturage	rationné	simplifié	rationné
Herbe offerte/cycle (1) (t MS/ha)..	2,32	1,58	2,20
Herbe refusée/cycle (2) (t MS/ha)..	1,20	0,94	-
Croissance herbe sous cages (t MS/ha/période).....	-	1,43	-
Composition chimique offert (p. 100 MS) :			
- matières azotées (N X 6,25)..	18,1	17,9	19,6
- cellulose brute.....	23,7	22,3	23,2

(1) par période correspondante au cycle d'exploitation du rationné durant le pâturage libre du simplifié.
(2) durant le pâturage tournant pour le système simplifié.

3. Performances individuelles des vaches laitières

La complémentation a eu plus d'effet que les systèmes de pâturage sur les productions. Leurs évolutions journalières sont cependant influencées par le mode de conduite.

a) Les systèmes de pâturage

* *Effets moyens*

Selon les systèmes de pâturage, les performances moyennes de production et de composition du lait ont été identiques pour les 2 années (tabl. 3, fig. 4). Les vaches ont produit 19,5 et 19,3 kg de lait sur l'ensemble des 2 saisons en systèmes rationné et simplifié et les diminutions de production ont été normales (persistances mensuelles de 89,1 et 88,0 p.100 respectivement). Compte tenu d'une différence non significative d'environ 1 point du taux butyreux (41,1 contre 40,0 g p.1000), les écarts de production de lait 4 p.100 sont légèrement plus élevés mais non significatifs entre systèmes (19,8 contre 19,1 kg respectivement). Seule la production de matières grasses a été significativement ($P < 0,05$) plus élevée (+ 59 g) dans l'essai 4 pour le système rationné. Les taux protéiques moyens (31,0 et 31,6 g entre systèmes) n'ont pas été influencés par les techniques de pâturage.

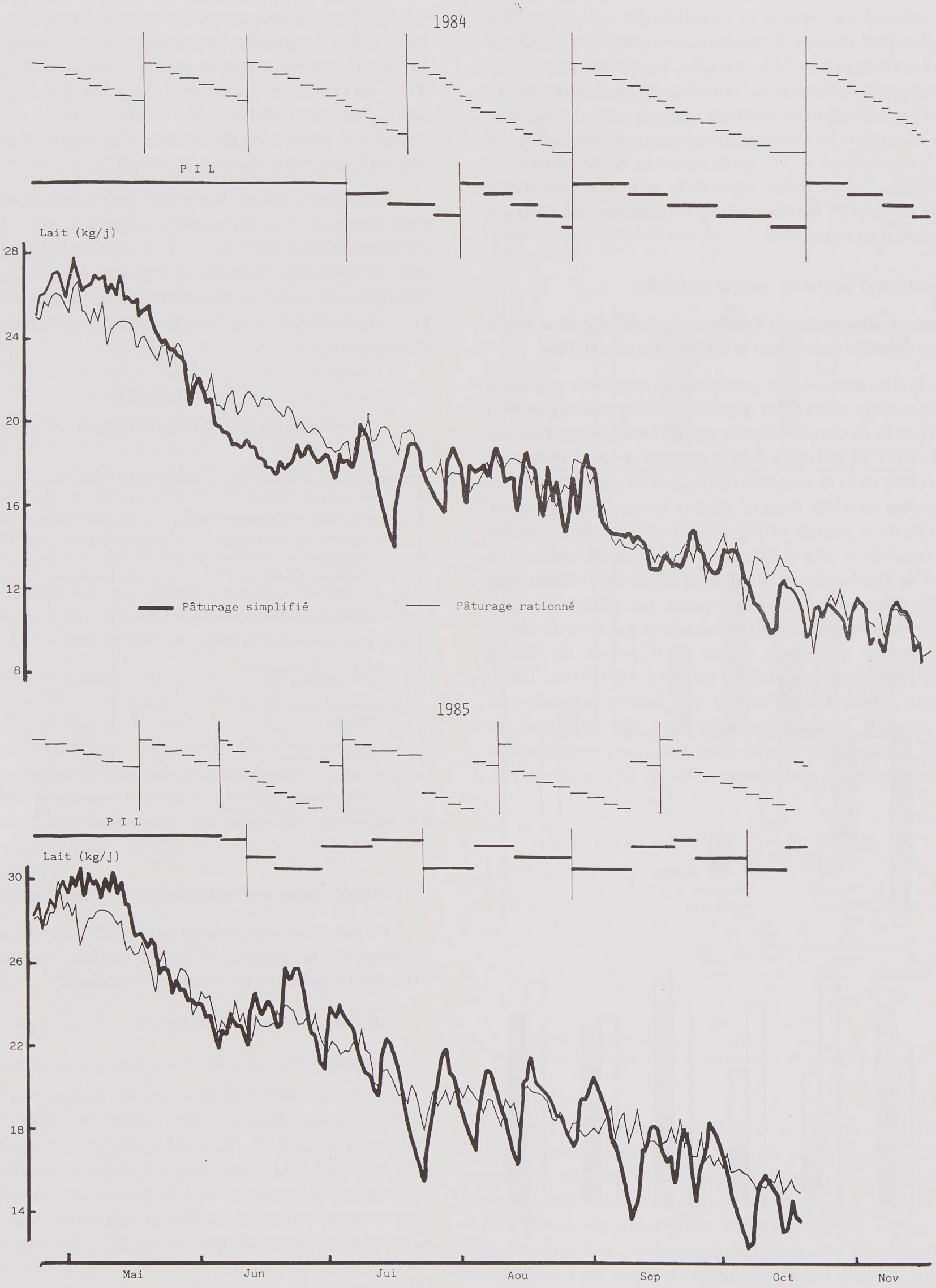


FIG. 4 : *Evolution de la production laitière au cours de la saison de pâturage*

TABLEAU 3

Performances individuelles journalières
- Moyennes ajustées - 48 vaches par essai -

Variables / Essais / Facteurs	LAIT (kg)	LAIT 4 p. 100 (kg)	MATIERES GRASSES (g)	MATIERES PROTEIQUES (g)	TAUX BUTYREUX (g p. 1000)	TAUX PROTEIQUE (g p. 1000)
1984 - Essai 3						
Systèmes : rationné.....	17,7	18,1	738	563	41,7	31,9
simplifié.....	17,2	17,6	725	561	41,9	32,7
Complémentation : bas.....	16,8	17,3	716	539	42,3	32,2
haut.....	18,1 *	18,4	747	585 **	41,3	32,4
Moyenne générale.....	17,5	17,9	732	562	41,8	32,3
Ecart type résiduel.....	1,8	2,1	98	58	3,0	1,5
1985 - Essai 4						
Systèmes : rationné.....	21,2	21,5	861	637	40,3	30,1
simplifié.....	21,3	20,5	802 *	643	38,1	30,4
Complémentation : bas.....	20,2	20,2	809	610	40,1	30,2
haut.....	22,4 **	21,8 *	853	669 **	38,3	30,3
Moyenne générale.....	21,3	21,0	831	640	39,2	30,2
Ecart type résiduel.....	2,6	2,2	91	62	3,1	1,8
2 années - Essai 3 + 4						
Systèmes : rationné.....	19,5	19,8	799	600	41,1	31,0
simplifié.....	19,3	19,1	764	602	40,0	31,6
Complémentation : bas.....	18,5	18,8	762	575	41,2	31,2
haut.....	20,2 **	20,1 **	800	627 **	39,8 *	31,3
Moyenne générale.....	19,4	19,4	781	601	40,5	31,3
Ecart type résiduel.....	2,2	2,1	94	59	3,1	1,6

Différences significatives aux seuils de 5 p. 100 (*) et de 1 p. 100 (**).

De même, les variations de poids vif ont été identiques intra-années entre les systèmes (tabl. 6) et ont correspondu à un gain d'environ 120 g/j en 1984 et à 250 g/j en 1985 compte tenu probablement de meilleures conditions générales de l'année (climat, qualité de l'herbe...).

* *Variations journalières des productions*

La production laitière a diminué de façon plus régulière pour les vaches du système rationné avec cependant quelques variations liées aux changements de parcelles ou de cycles (fig. 4). Ceci est surtout sensible lors de passages sur les surfaces additionnelles à base de prairies temporaires. La décroissance de production peut cependant être considérée comme étant de type linéaire.

Avec le système simplifié, les variations de productions ont par contre été fortement liées à la technique d'exploitation du pâturage. Durant uniquement les périodes en PIL, les productions individuelles de lait et de lait 4 p.100 ont en moyenne été au moins aussi élevées avec ce système de pâturage qu'avec le système rationné (tabl. 5). La production laitière a cependant évolué de façon caractéristique (fig. 4). Globalement, les performances ont été plus élevées en PIL (jusqu'à 1,5 kg lait par jour) dès la mise à l'herbe jusqu'aux environs de la fin mai tant que la croissance de l'herbe a été importante. Ensuite, les quantités de lait produites ont été soit identiques avec un chargement plus faible de 25 p.100 (1985) ou ont décru plus fortement (- 2,0 kg de lait par rapport au rationné) avec une surface offerte identique (1984). Il s'est alors avéré nécessaire d'effectuer un pâturage à temps partiel et de distribuer une demi-ration d'ensilage de maïs (6-8 kg MS) durant les 2 dernières semaines afin de limiter la chute de production laitière.

TABLEAU 4

Variations des productions durant le temps de séjour d'une parcelle du système simplifié

Coefficients équations	1984 (ddl = 65) Lait	1985 (ddl = 85) Lait	Matières grasses	Protéines
A.....	0,93	1,00	1,01	0,99
B.....	0,253	0,254	0,188	0,318
C.....	- 0,058	- 0,069	- 0,054	- 0,086
R^2.....	0,527	0,861	0,607	0,735
APPLICATION				
n° jour maxi.....	4,4	3,7	3,5	3,7
2 jours maxi (1)...	105,2	107,1	105,8	108,9
J 9 + 10 (2).....	95,3	91,4	92,8	89,6
(2)/(1) X 100.....	90,6	85,3	87,7	82,3

$Yn = Axn^{B}xe^{-Cn}$
100 = valeur moyenne de la période de 10 jours (n)

A partir de l'utilisation du pâturage tournant, les productions et la composition de lait ont évolué de façon cyclique au cours de l'exploitation de chaque parcelle (fig. 4). Comme durant les années 1 et 2, ces variations présentent une évolution comparable à celle d'une courbe de lactation de part et d'autre du maximum de production (WEISS, 1985). Le modèle proposé par WOOD (1969 et 1976) : $Yn = An^{B}e^{-Cn}$ a été utilisé selon la même méthodologie que celle présentée pour les années 1 et 2 (HODEN *et al.*, 1986). De plus, nous avons appliqué le même modèle aux productions de matières grasses et protéiques pour l'année 1985 grâce aux mesures de composition du lait réalisées quotidiennement. L'ensemble de ces résultats et en particulier ceux obtenus en 1985 dont les liaisons sont plus étroites, confirment bien les données obtenues au cours des 2 années précédentes (tabl. 4, fig. 5). Les augmentations de production (lait, matières grasses, protéines) ont été rapides sitôt la rentrée dans la parcelle (J 1) et ont atteint leur maximum (105 à 109 p.100 de la valeur moyenne) entre les 3e et 4e jours de présence (- B / C). Les quantités de lait et de matière utile produites en fin de parcelle (J 9 et 10) dont la date de sortie dépendait du système rationné, ont été relativement peu variables par rapport à la production maximum enregistrée (J 3 + 4). Les amplitudes de ces variations ont cependant été plus importantes pour les protéines (82 p.100) qu'elles ne l'ont été pour le lait (85 p.100) et surtout pour les matières grasses (88 p.100). Ceci s'explique par les variations du taux butyreux qui sont souvent inverses de celles de la production de lait (JOURNET et CHILLIARD, 1985 ; HODEN *et al.*, 1985). Le taux de protéines est au contraire en liaison positive avec la quantité de lait par suite essentiellement de leur dépendance du niveau d'apport énergétique (REMOND, 1985) ou de la qualité de l'apport azoté (RULQUIN, 1986). Ainsi dans notre cas, l'amplitude moyenne de variation du taux butyreux entre le maximum de production (J 3 + 4) et la fin de la parcelle (J 9 + 10) a été positive (+ 1,3 g p.1000) alors que celle du taux de protéines a été au contraire négative (- 1,0 g p.1000) dans le même temps. Par ailleurs, les variations de production au cours de l'utilisation d'une parcelle ont été plus importantes avec les prairies temporaires qu'avec les permanentes. Pour le lait, les amplitudes ont été d'environ 87 et 83 p.100 respectivement.

b) La complémentation

* *Effets moyens*

Selon les niveaux de complémentation (tabl. 3), les vaches du niveau H ont produit significativement ($P < 0,01$) plus de lait (+ 1,7 kg soit 9 p.100), de lait 4 p.100 (+ 1,3 kg soit 7 p.100) et de protéines (+ 52 g soit 9 p.100) que celles du niveau B pour l'ensemble des 2 années. La production de matières grasses n'a pas été significativement augmentée (+ 38 g) mais celle de matière utile (matières grasses + protéiques) l'a été (+ 90 g - P 0,01). Ces différences ont surtout été observées pour l'essai 4 où les niveaux de production étaient plus élevés (tabl. 3). Le taux protéique du lait n'a pas été amélioré par l'apport supplémentaire de concentré mais le taux butyreux a été significativement ($P < 0,05$) diminué (- 1,4 g p.1000). Les variations de poids vif n'ont pas été influencées par la complémentation (tabl. 5).

* *Efficacité de la complémentation*

L'efficacité de la complémentation en kg de lait et de lait 4 p.100 par kg de concentré supplémentaire (H - B) n'a été en moyenne que de 0,67 et de 0,51 respectivement (tabl. 6). Cette réponse marginale est légèrement plus élevée en 1985 qu'en 1984 (0,76 kg lait et 0,55 kg lait 4 p.100) mais n'a pas été significativement influencée par le système de pâturage (faible interaction). La complémentation semble cependant avoir marqué plus précocement en saison avec le système rationné tandis que son efficacité est restée pratiquement nulle au début de la période en PIL lors de la croissance importante de l'herbe. Par la suite, pour l'un et l'autre des sytèmes, l'effet de la complémentation est resté relativement constant au cours de la saison.

TABLEAU 5

Etude de la période en pâturage intensif libre (PIL)
- Moyennes arithmétiques -

Année - (n° essai)	1984 - (3)		1985 - (4)	
Systèmes pâturage	Rationné	PIL	Rationné	PIL
Dates.....	20/04 au 06/07		22/04 au 06/06	
Durée période (j).....	77		45	
Effectif.....	24		24	
Résultats individuels journaliers				
- lait (kg).....	22,4	22,2	26,8	27,4
- lait 4 p. 100 (kg).....	22,5	22,2	27,5	28,1
- concentré (kg).....	1,6	1,6	1,6	1,6
- ensilage maïs (kg MS)...	0,9	2,9	0,4	0,4
Bilan global à l'hectare				
- surface pâturée (ha)....	5,2	5,1	3,9	5,1
- chargement :				
* nombre vaches/ha.....	4,66	4,70	6,16	4,68
* ares/vache.....	21,5	21,3	16,3	21,3
- aliment concentré (kg)..	588	582	432	342
- ensilage maïs (kg MS)...	326	1 043	108	82
- lait produit (kg 4 p.100)	8 078	8 048	7 617	5 929
- lait autonome produit...	6 134	4 700	6 449	5 011
- fumure azotée (kg N) :				
* Mars.....	85	85	70	70
* durant période.....	90	110	60	60

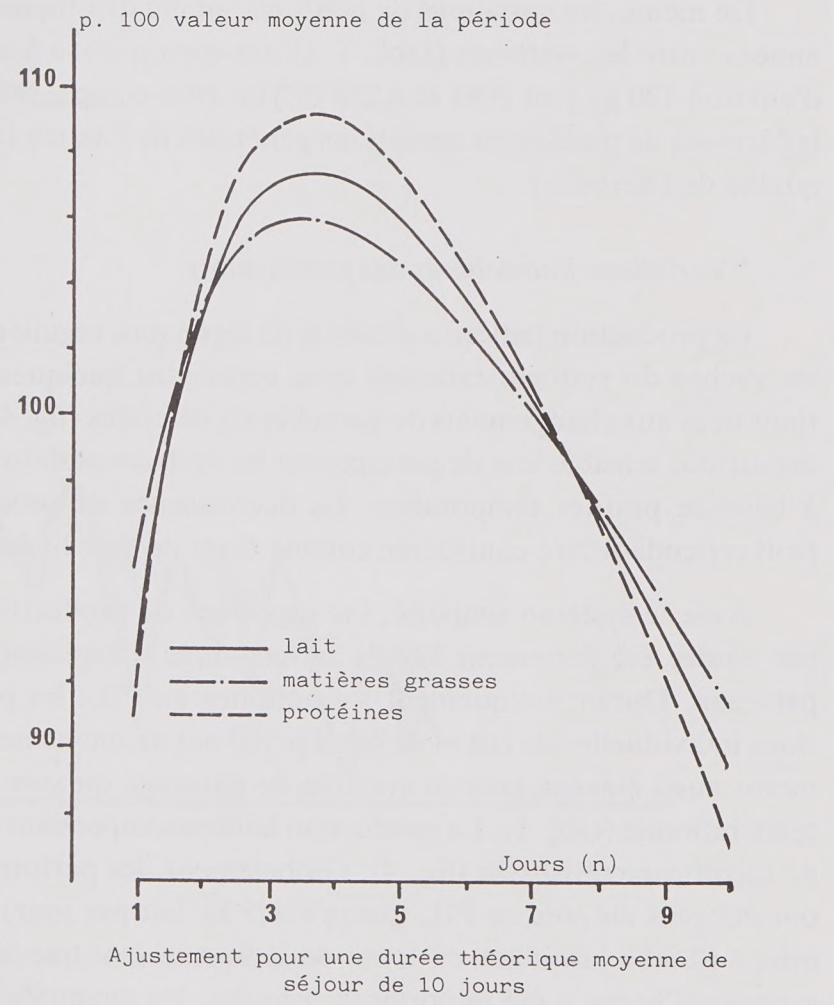


FIG. 5 : *Variations des productions durant le temps de séjour d'une parcelle du système simplifié.*

TABLEAU 6

Efficacité de la complémentation selon les systèmes de pâturage
- Moyennes ajustées des productions - 48 vaches par essai -

Systèmes pâturage	Rationné		Simplifié		Ensemble
Niveaux complémentation	B	H	B	H	H - B
Apport concentré (kg) :					
- 1984	0,5	2,8	0,5	2,8	2,3
- 1985	0,5	3,4	0,5	3,4	2,9
Lait (kg) :					
- 1984	17,0	18,4	16,6	17,8	1,3
- 1985	20,1	22,3	20,2	22,4	2,2
Lait 4 p. 100 (kg) :					
- 1984	17,6	18,6	17,0	18,2	1,1
- 1985	20,7	22,2	19,7	21,3	1,6
Variations de poids vif (kg) (fin - début) :					
- 1984	19	27	17	17	4
- 1985	38	46	45	54	9
Efficacité (2 années)(1) :					
- lait	0,69		0,65		0,67
- lait 4 p. 100	0,48		0,54		0,51

(1) = $\frac{\text{kg lait ou kg lait 4 p. 100 en plus (H - B)}}{\text{kg concentré supplémentaire (H - B)}}$

4. Performances globales de production à l'hectare

Les différences de productions s'expliquent essentiellement par les résultats obtenus au printemps durant la période de pâturage libre.

a) Effets moyens des systèmes de pâturage

En 1984, selon les systèmes de pâturage, les quantités de lait 4 p.100 produites ont été identiques (8000 kg / ha STS environ) mais avec un apport plus élevé de complémentaires en système simplifié (+ 265 UFL / ha), essentiellement sous forme d'ensilage de maïs apporté en fin de la période en PIL. Ainsi, à même chargement, la quantité de lait autonome produite / ha STS en système simplifié à été d'environ 85 p.100 de celle obtenue avec le pâturage rationné (4550 contre 3850 kg lait 4 p.100 environ). Par ailleurs, la quantité de fourrages récoltée ayant été aussi plus faible (4 t MS environ), la quantité de lait autonome productible en est aussi affectée et serait égale à 76 p.100 environ de celle permise par le système rationné (4030 contre 5280 kg lait 4 p.100) d'après la méthodologie d'estimation INRA (HODEN *et al.*, 1986).

En 1985, les niveaux de chargement n'ont pas été les mêmes par suite en particulier de la réduction de la surface initialement prévue avec le système rationné (16 ares / vache contre 21 attribués en PIL). Dans ces conditions, l'influence de ce facteur a été prépondérante et explique les différences de performances globales tant au niveau de la quantité de lait produite (11210 contre 9835 kg lait 4 p.100 / ha STS soit 88 p.100) qu'à celui de la production de lait autonome (9315 contre 7915 soit 85 p.100). L'attribution plus importante de surface de base avec le système simplifié a cependant entraîné des fauches plus fréquentes d'excédents fourragers dans la 2ème partie de la saison. Ceci a permis de réduire les différences de performances entre les systèmes qui ne sont plus que d'environ 10 p.100 au niveau de la quantité de lait autonome productible (14895 contre 13570 kg lait 4 p.100 / ha STS).

b) Cas particulier de la période en pâturage intensif libre

Durant les 77 jours de la période en PIL, les quantités de lait produites à l'ha sont identiques en 1984 (à même chargement) entre les 2 systèmes (environ 8000 kg lait 4 p.100) mais avec un apport supplémentaire d'environ 700 kg MS d'ensilage de maïs (tabl. 5). De ce fait, la quantité de lait autonome produite à l'ha est égale à 77 p.100 de celle provenant du système rationné (4700 contre 6130 kg lait 4 p.100 / ha) en supposant une efficacité totale des apports d'ensilages de maïs complémentaires (0,43 UFL / kg lait 4 p.100).

Au cours des 45 jours de la période en PIL de 1985 effectuée sur l'ensemble de la surface de base (fig. 1), les quantités de lait obtenues ont été de 78 p.100 de celles produites avec le système témoin (7615 contre 5930 kg lait 4 p.100 environ) en raison essentiellement des différences de chargement (76 p.100). Cet écart reste du même ordre de grandeur en terme de lait autonome produit (6450 contre 5010 kg lait 4 p.100).

Ainsi les différences de performances globales observées les 2 années sur l'ensemble de la saison sont dues essentiellement aux écarts obtenus au printemps sur la surface de base durant la période en PIL. En 1984, la pénalisation est à attribuer à la chute importante des performances individuelles et à un apport conséquent de complémentaires (ensilage de maïs) en fin de période. L'année suivante, la cause est à attribuer à une utilisation probablement trop importante des surfaces en système PIL.

III. Discussion - Conclusion

1. Performances laitières des systèmes simplifié et rationné

Le pâturage simplifié qui a été expérimenté (pâturage libre au printemps et pâturage tournant sur 4 parcelles en été) a permis des performances individuelles identiques au pâturage rationné. Mais pour cela, il a été nécessaire soit d'apporter des aliments complémentaires, soit de réduire le chargement en fin de printemps.

En conséquence, les performances à l'ha (lait autonome productible) ont été plus faibles avec le pâturage simplifié de 24 et 10 p.100 respectivement la 1ère et la 2ème année. Cependant, ces diminutions ont été amplifiées par les méthodes de calcul utilisées pour estimer la valorisation de l'herbe pâturée (lait autonome productible) qui tient compte des aliments complémentaires (concentré + ensilage de maïs) et des fourrages récoltés en excédent (ensilage d'herbe et foin). En effet, l'efficacité marginale de l'énergie supplémentaire apportée par les compléments est inférieure à l'efficacité moyenne de 2,5 kg de lait 4 p.100 / UFL ; elle ne doit pas être supérieure à 1 kg de lait comme le confirment les résultats de complémentation en aliment concentré obtenus dans ces mêmes essais. Il serait également logique de faire l'hypothèse que l'énergie des fourrages récoltés, lorsqu'ils sont utilisés en ration hivernale servent à assurer non seulement les besoins de production (pour moitié) mais aussi les besoins d'entretien (pour moitié).

TABLEAU 7

Bilan du pâturage
- Moyennes arithmétiques - 48 vaches par essai -

Année (n° essai)		1984 - (3)		1985 - (4)	
Systèmes de pâturage		RATIONNE	SIMPLIFIE	RATIONNE	SIMPLIFIE
Performances individuelles					
- lait produit (kg 4 p. 100/j)	STS..	17,8	17,5	21,3	21,4
- persistance mensuelle (p. 100)		87,9	87,1	90,3	88,8
- poids vif moyen (kg).....		584	581	583	590
- variation de poids vif (kg)... (fin - début)		+ 23	+ 17	+ 42	+ 49
Performances globales à l'hectare					
- lait produit (kg 4 p. 100)	SB..	11 762	11 522	14 525	10 987
	STS..	8 012	7 927	11 209	9 835
- aliment concentré (kg)	SB..	995	947	945	760
	STS..	696	675	813	727
- ensilage maïs (kg MS)	SB..	1 370	2 100	110	300
	STS..	973	1 310	50	160
- lait "autonome produit" (kg 4 p. 100)	SB..	6 855	5 280	12 220	8 715
	STS..	4 552	3 846	9 314	7 913
- lait "autonome productible" (kg 4 p. 100)	STS..	5 281	4 032	14 895	13 569

Dans ces conditions, pour l'année 1984, la valorisation du pâturage simplifié (+ 267 UFL complémentaires et - 365 kg MS fourrages récoltés) ne serait inférieure que d'environ 10 p.100 au pâturage rationné. Ces écarts moyens de performances entre systèmes sont en bon accord avec l'ensemble des comparaisons effectuées par ailleurs (revue de JOURNET et DEMARQUILLY, 1979 ; revue de LEAVER, 1985 ; LE DU, 1980 et 1981 ; PFLIMLIN, 1980 ; LEBRUN *et al.*, 1980, 1981 et 1984 ; MATHIEU et JEANNIN, 1986). Des diminutions de 5 à 10 p.100 sont aussi indiquées en production de viande (MICOL et BERANGER, 1984). Des performances identiques sont cependant observées dans le cas de fumures azotées importantes correspondant à des apports d'au moins 350 kg d'N à l'hectare (SCHLEPERS et LANTINGA, 1985 ; ERNST, 1980 cité par LEAVER, 1985). Selon ce dernier auteur, ceci montrerait que la fourniture d'N pour les plantes est plus limitante dans le cas du PIL que dans celui du système rationné. Des études sont actuellement en cours pour examiner les interactions possibles entre la fertilisation azotée et les systèmes de pâturage (LEAVER, 1985).

2. Conduite du pâturage libre au printemps

La conduite du pâturage libre utilisée a été dictée par celle du pâturage rationné, ce qui ne correspond pas exactement à ce qu'il aurait été souhaitable d'adopter. Ainsi, en 1985, il aurait fallu sortir plus tôt les vaches au pâturage et accroître le chargement dès la mise à l'herbe (16 ares par vache au lieu de 21) et le réduire ensuite en période de croissance ralentie de l'herbe. Cette façon de procéder aurait diminué les performances individuelles mais accru celles à l'ha. A la fin du printemps, le passage du pâturage libre au tournant, en utilisant les surfaces additionnelles (repousses derrière les récoltes d'excédents), présente des difficultés. Le temps de repos nécessaire à l'obtention d'une repousse suffisante sur la surface de base (pâturée précédemment en PIL) est souvent trop court (15 à 20 jours). Les solutions proposées consistent à pâturer une surface additionnelle plus importante ou à réduire une partie de la surface offerte en PIL avant de passer en pâturage tournant. Nous avons procédé ainsi en distribuant en outre un complément d'ensilage de maïs ; cette technique pourrait aussi s'envisager sans aucun apport complémentaire en cas de période de croissance favorable de l'herbe (LEBRUN, comm. pers.).

Les difficultés de conduite d'un tel système simplifié (PIL + pâturage tournant) et les performances sensiblement plus faibles obtenues avec ce système dans les conditions du PIN nous ont incités à utiliser à l'avenir un pâturage simplifié à 2 parcelles au printemps comme nous l'avions pratiqué précédemment. Celui-ci présente l'avantage d'une plus grande souplesse d'adaptation aux variations saisonnières.

3. Conduite du pâturage tournant en été

En pâturage tournant simplifié, avec une durée de séjour de l'ordre de 10 jours par parcelle, la production journalière de lait diminue de l'ordre de 15 p.100 entre le pic de production atteint 3 à 4 jours après l'entrée des vaches sur la parcelle et les 2 derniers jours. Cette référence pourrait être utilisée en pratique en suivant la collecte de lait du troupeau dans le tank pour décider de la date de changement de parcelle (WEISS, 1985). En raison des variations de taux butyreux et de taux protéique qui sont respectivement inverses et parallèles à celles du lait, les diminutions

des quantités de matières grasses ont été de 12 p.100 et celles de protéines de 18 p.100. Ceci n'est pas sans poser de difficultés au niveau des contrôles périodiques effectués au sein des troupeaux (contrôle laitier, laiterie...) selon les dates de prélèvement.

4. Efficacité de la complémentation

Les résultats d'efficacité de la complémentation (0,48 à 0,54 kg de lait 4 p.100 par kg de concentré) sont en accord avec l'ensemble des données bibliographiques sur le sujet (revue de JOURNET et DEMARQUILLY, 1979 ; revue de LEAVER, 1985 ; MEIJS et HOEKSTRA, 1984 ; REEVE *et al.*, 1986 ; GLEESON, 1981). Selon les auteurs, les réponses varient en effet de 0 à 0,8 kg de lait 4 p.100 par kg de concentré supplémentaire avec des valeurs moyennes de 0,3 à 0,6 kg selon le niveau de production des vaches. Cette faible efficacité dans le cas d'une herbe feuillue offerte à volonté est à relier d'une part, aux taux de substitution élevés entre l'herbe et les concentrés qui sont presque toujours supérieurs à 0,60 (LEAVER, 1985) et d'autre part, à une ingestion d'herbe qui s'accroît avec le niveau de production en cas de faibles apports de concentrés. Nous n'avons par ailleurs pas observé d'interaction entre les niveaux de complémentation et les systèmes de pâturage malgré les variations importantes de productions dans le système simplifié.

En conclusion, il semble possible d'utiliser un système simplifié de pâturage tournant pour les vaches laitières ne comportant que 2 parcelles au printemps et 4 en fin de saison lorsque les conditions pédoclimatiques sont favorables à la pousse de l'herbe. Ceci devrait pouvoir être appliqué à l'ensemble des zones à pluviométrie bien répartie sur la période estivale. Le chargement adopté doit permettre d'exploiter de l'herbe de qualité dont l'âge varie de 21 jours (printemps) à 35 jours (automne) au maximum. Dans ces conditions, la durée de séjour par parcelle est d'environ 2 semaines au printemps et de 10 jours en fin de saison. Les dates de changement de parcelles pourraient se décider à partir des variations moyennes de production laitière du troupeau. C'est ce que nous avons l'intention d'aborder dans les prochaines années en faisant varier simultanément les niveaux de chargement et de complémentation.

Références bibliographiques

CAMPLING R.C., 1975. Systems of grazing management for dairy cattle. Pasture utilization by the grazing animal. *J. Br. Grassld. Soc.,* **8.**

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1975. Further comparisons between a rigid rotational « Wye College » system and other systems of grazing for milk production. *J. Br. Grassld. Soc.,* **30,** 1-6.

EVANS, 1982. Production from swards grazed by dairy cows. *Grass Forage Sci.,* **36,** 132-134.

GILLET M., 1981. Les graminées fourragères. Ed. Gauthier-Villars.

GILLET M., 1981. Physiologie de l'herbe et pâturage. *Fourrages,* **85,** 7-22.

GLEESON P., 1981. Concentrate supplementation of spring calving cows. *Grass Forage Sci.,* **36,** 138-140.

HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 69-79.

HODEN A., MICOL D., LIENARD G., MULLER A., PEYRAUD J.L., 1986. Interprétation des essais de pâturage avec des bovins : terminologie, modes de calcul, bilans annuels. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **63,** 31-42.

HODEN A., MULLER A., JOURNET M., FAVERDIN P., 1986. Pâturage pour vaches laitières. 1. Comparaison des systèmes de pâturage rationné et tournant simplifié en zone normande. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **64,** 25-35.

JEANNIN B., MICHEL J.C., PFLIMLIN A., 1981. Systèmes de pâturage pour vaches laitières dans les plaines herbagères du Nord-Est. *Fourrages,* **86,** 4-18.

JOURNET M., DEMARQUILLY C., 1979. Grazing. In : *Feeding strategy for the high yielding cow.* BROSTER W.H. et SWAN H. (eds.). Granada Publishing Co., St-Albans. p. 295-321.

JOURNET M., CHILLIARD Y., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. I. Taux butyreux : facteurs généraux. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **60,** 13-24.

LANTINGA E.A., 1985. Simulation of herbage production and herbage intake during a rotational grazing period : an evaluation of Linehan's formula. *Neth. J. Agric. Sci.,* **33,** 385-403.

LEAVER J.D., 1985. Review article. Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* **52,** 313-344.

LEBRUN V., 1980. Le pâturage continu intensif en Normandie. *Fourrages,* **82,** 3-30.

LEBRUN V., 1984. Pâturage : continu ou tournant... Où en est-on ? *Annu. Eleveur Bovins,* **6,** 73-80.

LEBRUN V., PFLIMLIN A., WEISS Ph., 1981. En Normandie, l'intensification du pâturage passe-t-elle par la simplification de la conduite ? *Fourrages,* **86,** 19-32.

LE DU J., 1980. Le pâturage continu. L'expérience anglaise. *Fourrages,* **82,** 31-44.

LE DU J., BAKER R.D., NEWBERRY R.D., 1981. Herbage intake and milk production by dairy cows. 3. The effect of grazing severity under continuous stocking. *Grass Forage Sci.,* **36,** 307-318.

LEMAIRE G., SALETTE J., 1981. Conséquences du rythme de cuissance de l'herbe sur la conduite du pâturage au printemps. Possibilités de prévisions. *Fourrages,* **85,** 23-38.

MATHIEU A., JEANNIN B., 1986. L'organisation du travail dans les exploitations de Lorraine méridionale. Comparaison avec le pâturage tournant. *Bull. tech. Inf.,* n° spec., sous presse.

MEIJS J.A.C., 1981. Herbage intake by grasing dairy cows. 276 p. Wageningen. Agricultural Research Report n° 909.

MEIJS J.A.C., HOEKSTRA J.A., 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass Forage Sci.,* **39,** 59-66.

MELIX C., PEYRAUD J.L., VERITE R., 1986. Utilisation de l'oxyde de chrome chez les vaches laitières pour la prévision des quantités de fèces émises. 1. Etude des variations du taux de récupération et ses conséquences sur l'estimation de la digestibilité et des quantités ingérées de rations d'herbe et d'ensilage de maïs. 2èmes journées des Recherches sur l'alimentation et la nutrition des herbivores. *Reprod. Nutr. Dév.,* à paraître.

MICOL D., BERANGER C., 1984. French beef production systems from grassland. In *Grassland beef production.* Ed. W. Holmes, p. 11-22.

PFLIMLIN A., 1980. Le pâturage continu intensif pour les vaches laitières dans quelques pays d'Europe du Nord. *Fourrages,* **81,** 21-56.

REEVE A., THOMPSON W., HODSON R.G., BAKER R.D., CARSWELL J.P., 1986. The effect of level of concentrate supplementation in winter and grazing allowance on the milk production and financial performance of spring-calving cows. *Anim. Prod.,* **42,** 39-51.

REMOND B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 53-68.

RULQUIN H., 1986. Influence de l'équilibre en acides aminés de trois protéines infusées dans l'intestin grêle sur la production laitière de la vache. *Reprod. Nutr. Dév.*, **26,** 347-348.

SCHLEPERS H., LANTINGA A., 1985. Comparison of net pasture yield with continous and rotational grazing at a high level of nitrogen fertilization. *Neth. J. Agric. Sci.*, **33,** 429-432.

SEEBECK R.M., 1976. Sysnova version 8, reference manuel. Document non publié.

STAKELUM G., 1986. Herbage intake of grazing dairy cows. 1. Effect of autumn supplementation with concentrates and herbage allowance on herbage intake. *Ir. J. Agric. Res.*, **25,** 31-40.

WEISS P., 1985. . Le pâturage tournant assure la même production que le pâturage rationné. *Fourrages,* **102.**

WOOD P.D.P., 1968. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.*, **11,** 307-316.

WOOD P.D.P., 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.*, **22,** 35-40.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 17-22

Composition des aliments concentrés pour les veaux d'élevage

J.L. TROCCON*, P.R. PARRASSIN** et J.M. TROMMENSCHLAGER**
avec la collaboration de M. GROSSE** et P. FAIVRE**

** INRA St-Gilles, Station de Recherches sur la Vache laitière, 35590 L'Hermitage*
*** INRA, Unité de Recherches sur les Systèmes agraires et le Développement Domaine du Joly, 88500 Mirecourt*

L'aliment concentré est l'élément alimentaire essentiel de la technique du sevrage précoce des veaux d'élevage. Il induit les modifications morphologiques et physiologiques du rumen et assure la croissance du veau lors du sevrage grâce à son ingestibilité et à sa valeur nutritive élevée. La distribution d'un aliment concentré granulé à base d'orge et de tourteau de soja permet d'atteindre ce double objectif (MATHIEU et WEGAT-LITRE, 1960). Cependant, ces aliments ont des teneurs faibles en cellulose brute peu favorables au développement des bactéries cellulolytiques qui apparaissent dans le rumen des veaux dès l'âge d'une semaine (JOUANY, 1982). Par ailleurs, chez les vaches laitières, le son fin de blé est moins encombrant que les céréales (orge et maïs), elles-mêmes moins encombrantes que les pulpes de betteraves déshydratées (VERITE et DULPHY, 1981). Enfin, le maïs-grain est la céréale la plus favorable à l'engraissement de l'agneau lorsqu'il est présenté sous la forme granulé (AGUER *et al.*, 1971).

Les essais réalisés sur des veaux d'élevage ont eu pour objectif d'étudier le remplacement total ou partiel de l'orge par d'autres céréales (maïs, blé) ou par des matières premières plus cellulosiques (son fin de blé, pulpes de betteraves, radicelles d'orge) dont nous analyserons les conséquences sur les animaux : ingestion, gain de poids vif, santé.

I. Conditions expérimentales

Cinq essais ont été mis en place à l'INRA, d'une part à Mirecourt sur des veaux mâles (essais I, II, III) et d'autre part à Rennes sur des génisses laitières (essais IV et V). Les essais I et IV, à objectifs complémentaires puis les essais II et V effectués avec des aliments concentrés de compositions voisines ont été conduits au cours des mêmes hivers. Les essais se sont déroulés de la naissance jusqu'à 4-5 mois selon un schéma expérimental de type continu. L'orge a servi d'aliment témoin dans nos comparaisons (tabl. 1).

Aliments (tabl. 2)

Les constituants énergétiques représentaient 80 p.100 environ de l'aliment concentré. Deux céréales (maïs, blé) et trois matières premières cellulosiques de valeur énergétique supérieure à 0,90 UFL / kg MS (son fin de blé, pulpes de betteraves, radicelles d'orge) ont été comparées à l'orge. Ces produits ont été substitués en totalité (maïs dans l'essai I et son fin de blé-pulpes de betteraves dans l'essai IV) ou pour moitié environ à l'orge. L'utilisation de radicelles d'orge a permis le remplacement du tourteau de soja par de l'orge. Les valeurs énergétiques des aliments concentrés ainsi préparés variaient de 0,97 à 1,19 UFL / kg MS pour des teneurs en cellulose brute de 122 à 26 g par kg MS.

La complémentation azotée a été réalisée à partir du tourteau de soja associé ou non à de l'urée selon la nature des constituants de l'aliment concentré (TROCCON *et al.*, 1984). Les complémentations minérales et vitaminiques ont été adaptées pour aboutir à des apports voisins entre les aliments.

Dans la suite de notre article, les aliments témoins seront des aliments « orge ». Nous désignerons les autres aliments par la nature du constituant associé à l'orge : maïs, blé, son, pulpes, radicelles. Des exceptions concerneront les aliments concentrés « maïs seul » (essai I) et « pulpes-son » (essai IV).

Animaux

195 veaux élevés en stabulation libre sur aire paillée sont entrés dans ces essais : 108 mâles Montbéliard (MO) ou croisés Holstein Montbéliard (HF × MO) et 87 génisses Holstein (HF). Leur répartition en lots de 5 à 6 individus a été réalisée en fonction de leur date et du poids de naissance, ainsi que de leur origine génétique. Selon les essais, 2 à 4 séries ont été réalisées en cours d'hiver.

TABLEAU 1

Constituants énergétiques principaux des aliments comparés selon les essais

ESSAI	I	I I	III	I V	V
LIEU	MIRECOURT	MIRECOURT	MIRECOURT	RENNES	RENNES
ANNEE	1982-1983	1983-1984	1984-1985	1982-1983	1983-1984
ALIMENT CONCENTRE					
A (témoin)	ORGE	ORGE	ORGE MAIS	ORGE MAIS	ORGE
B	MAIS	ORGE PULPES DE BETTERAVES	ORGE SON FIN DE BLE	PULPES DE BETTERAVES SON FIN DE BLE	ORGE PULPES DE BETTERAVES
C	ORGE BLE	ORGE SON FIN DE BLE	ORGE RADICELLES D'ORGE		ORGE SON FIN DE BLE

Alimentation

Chaque veau séparé de sa mère dès la naissance a reçu le colostrum pendant 3 à 4 jours en 2 repas quotidiens. Ensuite, un aliment d'allaitement a été distribué individuellement en 1 repas par jour pendant 8 semaines à la concentration de 220 g par kg de lait de remplacement selon un schéma déterminé (TROCCON *et al.*, 1983).

Les aliments solides (aliments concentrés et fourrages) ont été proposés aux veaux en lot dès la 3ème semaine d'âge et distribués une fois par jour. Les aliments concentrés (granulés de 5 mm de diamètre) ont été offerts à volonté jusqu'à un maximum de 3 kg pour les mâles et de 2 kg pour les génisses (essai V). Dans l'essai IV, les génisses ont reçu les aliments concentrés à volonté jusqu'à 3 mois afin de tester leur ingestibilité sur une plus longue période ; ensuite, ils ont été limités à 1,5 kg par animal et par jour pour étudier un possible effet rémanent sur la consommation de fourrage.

Les foins (0,65 à 0,71 UFL par kg MS) à Mirecourt et les ensilages de maïs (30-35 p.100 MS ; 40-50 p.100 de grain dans la matière sèche) additionnés d'urée (12 g/kg MS) à Rennes ont toujours été distribués à volonté. Les veaux disposaient d'eau à volonté et de pierres à lécher de type « oligobloc ».

Mesures

Les quantités ingérées d'aliment d'allaitement, d'aliment concentré et de fourrage ont été mesurées tous les jours. Les veaux ont été pesés à la naissance puis toutes les 2 semaines mais aussi à quelques âges-type (sevrage, 3 mois, fin d'essai) à Mirecourt.

Dans le cadre des essais III et V, des tests d'appétibilité ont été réalisés pendant 5 jours consécutifs sur des lots non expérimentaux de veaux sevrés. Les aliments concentrés offerts à volonté ont alors été comparés 2 à 2 (3 comparaisons, essai III) ou tous les 3 ensemble (essai V). L'aliment concentré consommé en plus grande quantité a été considéré comme étant le plus appétible.

II. Résultats

Des problèmes sanitaires sont survenus après le sevrage (10 à 12ème semaine d'âge) lorsque l'orge et le blé étaient les seuls constituants énergétiques de l'aliment concentré (essais I, II, V). Nous avons noté 6 cas de mortalité (4 par entérotoxémie dans l'essai 1 et 2 par météorisation dans l'essai II) et un cas de météorisation dans l'essai V. Un veau recevant l'aliment concentré « pulpes » est mort d'une cause non alimentaire dans l'essai II. En conséquence, l'apport d'aliment concentré a été limité à 2,5 kg par veau par jour dans l'essai I pour les 3 lots. Aucun problème n'est apparu dans les autres lots et dans les essais III et IV en particulier.

Quantités ingérées (tabl. 3)

Les différences de quantités ingérées en fonction des périodes d'âge sont faibles (fig. 1 et 2). De la naissance à 13 semaines, les aliments concentrés « maïs seul » (essai I) et « son » (essais II et V) semblent mieux consommés que ceux mis en comparaison. L'aliment concentré « pulpes » n'est pas mieux consommé (essais II et IV) que l'aliment concentré « orge » alors que l'aliment concentré « radicelles » est le mieux ingéré de l'essai III. Dans l'essai IV, l'aliment concentré « maïs » est en moyenne (4 séries) mieux consommé que l'aliment concentré « pulpes-son » jusqu'en 11ème semaine d'âge puis la tendance s'inverse au cours des deux semaines suivantes (fig. 2).

Après 13 semaines, les aliments concentrés sont limités et les consommations de fourrage sont peu modifiées. Notons seulement un écart important dans l'essai II en faveur des lots recevant les aliments concentrés « pulpes » ou « son » bien pourvus en PDIN pour l'équilibre global de la ration.

Les tests d'appétibilité réalisés en parallèle à l'essai III montrent que l'aliment concentré « maïs » (44 p.100 des quantités consommées) est préféré aux aliments concentrés « son » (30 p.100) et « radicelles » (26 p.100). Dans l'essai V, le classement par ordre de préférence décroissante est le suivant : son fin de blé, orge, pulpes de betterave.

D'un point de vue énergétique, ces essais sont favorables à l'utilisation de l'orge et des constituants cellulosiques (pulpes de betteraves et son fin de blé).

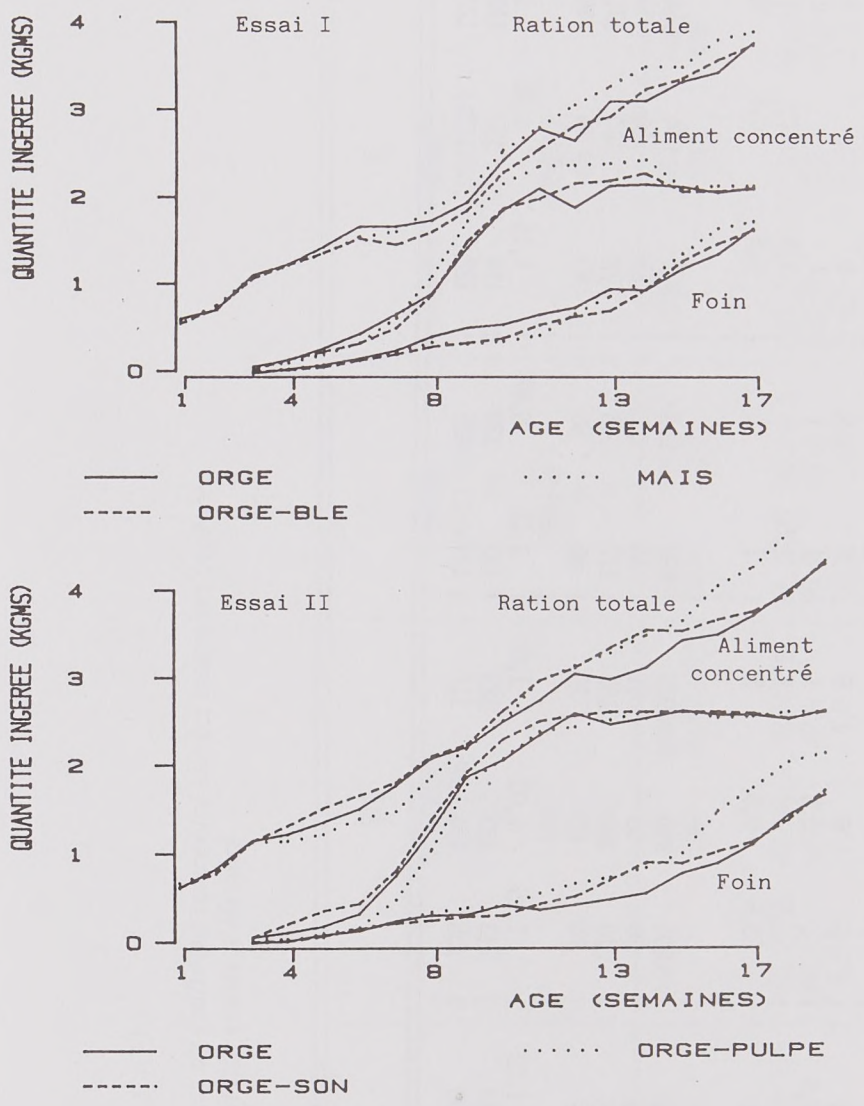


FIG. 1 : *Evolution des quantités ingérées par des veaux mâles d'élevage*

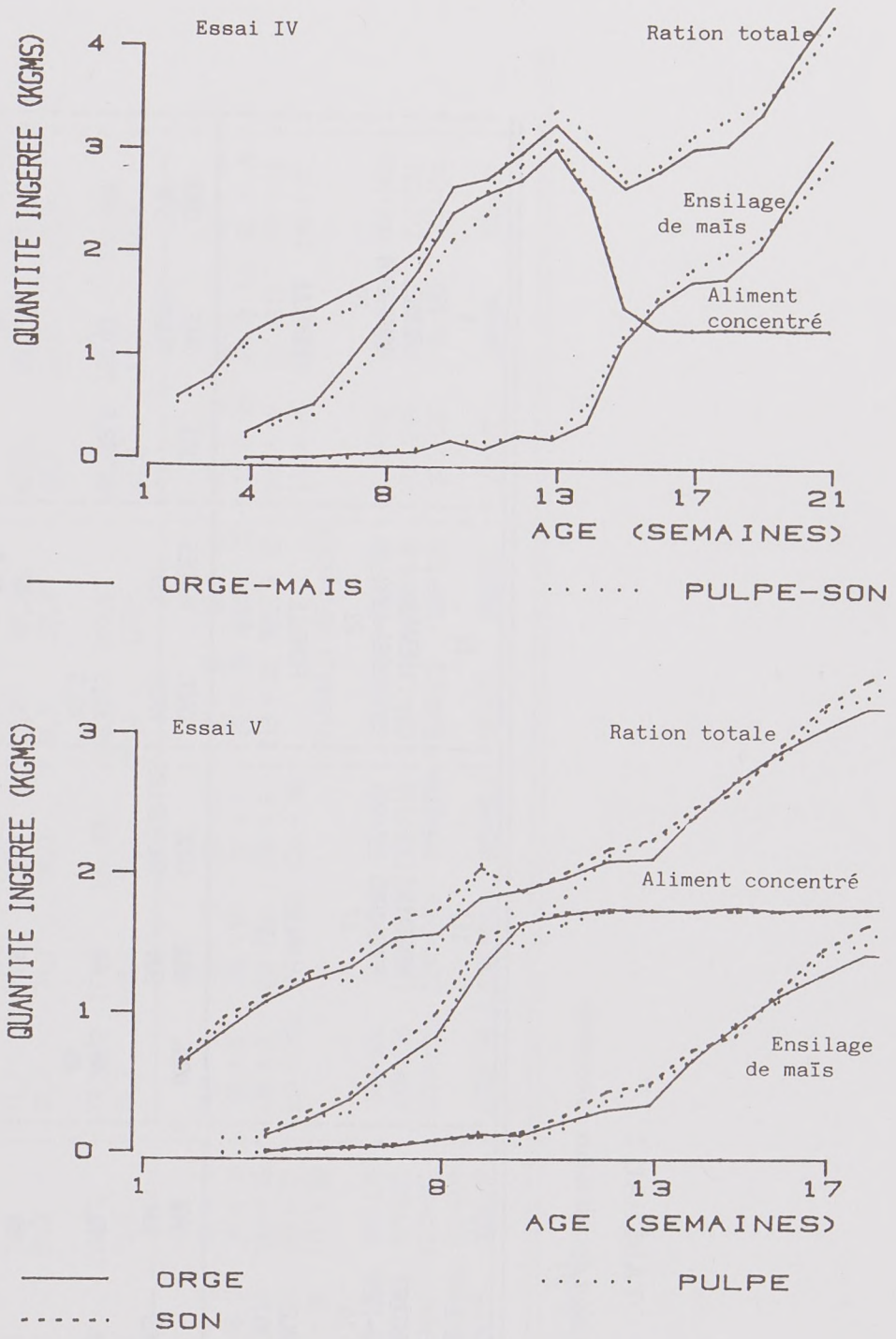


FIG. 2 : *Evolution des quantités ingérées par des génisses*

Gain de poids vif (tabl. 3)

De la naissance au sevrage, la nature de la céréale n'a pas eu d'effet sur le gain de poids vif des veaux (essai I). En revanche le « son » a légèrement amélioré le gain de poids vif par rapport à l'« orge » (essais II et V) mais non par rapport au « maïs » (essai III). Par ailleurs, l'aliment concentré « pulpes » a permis un gain de poids vif identique (essai V) ou inférieur (essai II, 110 g/j, P 0,05) par rapport à l'« orge ». L'aliment concentré « radicelles » a réduit le gain de poids vif de 70 à 110 g/j (essai III, P< 0,05). Dans l'essai IV, le « maïs » a permis un gain de poids vif plus élevé (58 g/j, P<0,05) que l'aliment concentré « pulpes-son ».

Du sevrage à 13 semaines, le seul effet négatif (216 g/j, P< 0,05) a concerné l'aliment concentré « orge » dans l'essai I en relation avec les problèmes sanitaires. Dans l'essai II, les différences importantes ne sont pas significatives car la variabilité est élevée notamment avec l'« orge » occasionnant des problèmes sanitaires.

Après 13 semaines, les gains de poids vif des mâles ont été les plus élevés avec les aliments concentrés « orge , « maïs seul » et « maïs ». Dans les essais II et III, les aliments concentrés « pulpes » et « son » respectivement ont donné des résultats non différents des céréales. Par contre, les aliments concentrés « son » (essai II) et « radicelles » (essai III) ont réduit les gains de poids vif (P<0,05, tabl. 3). Chez les génisses, les différences n'ont pas été significatives.

Sur l'ensemble de l'essai, seul l'aliment concentré « radicelles » a réduit significativement le gain de poids vif des veaux (110-130 g/j, essai III, P<0,05).

Coût de l'alimentation concentré

Les coûts des aliments concentrés ont été plus élevés avec les céréales, en particulier le maïs (+ 8 p.100 par rapport à l'orge, essai I), et plus faibles avec les matières premières cellulosiques : - 4 p.100 par rapport aux aliments concentrés « orge » et - 6 à

TABLEAU 2

Composition des aliments concentrés

ESSAI	I			I I			III			IV		V		
LIEU	MIRECOURT			MIRECOURT			MIRECOURT			RENNES		RENNES		
ANNEE	1982-1983			1983-1984			1984-1985			1982-1983		1983-1984		
DUREE TOTALE (semaines)	17			19			17			21		19		
ANIMAUX SEXE	MALE			MALE			MALE			FEMELLE		FEMELLE		
EFFECTIF	48			30			30			39		48		
SERIES	3			2			2			4		3		
ALIMENTS CONCENTRES	ORGE	MAIS	ORGE BLE	ORGE	ORGE PULPES	ORGE SON	ORGE	ORGE SON	ORGE RADICELLES	ORGE MAIS	PULPES SON	ORGE	ORGE PULPES	ORGE SON
CONSTITUANTS (p.100)														
ORGE	79		39	79	40,5	40,5	45,5	44	52	41,5		78,5	40	40
MAIS		83					40			41,5				
BLE			39											
SON FIN DE BLE						39		39			42			39
PULPES DE BETTERAVES					39			40			41,5		39	
RADICELLES D'ORGE									40					
TOURTEAU DE SOJA	12	7	13	12	12	12	5,5	8		7,5	9,5	13	13	13
UREE		1		0,5	0,5		1			1		0,5	0,5	
MELASSE,PROTEILIQ,PROMEL	5,5	5,5	5,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
CARBONATE DE CALCIUM	1	1	1	1		2,5	1	2,5	1	1	1	1		2,5
PHOSPHATE MONO OU BICALCIQUE	1,5	1,5	1,5	1,5	2		1,5		1,5	1,5		1,5	2	
COMPLEMENT MINERAL VITAMINE	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	5	1	1	0,5	0,5	0,5
COMPOSITION CHIMIQUE (g/kg MS)														
MATIERE ORGANIQUE	933	940	936	935	910	914	934	916	928	932	916	930	914	914
CELLULOSE BRUTE	48	26	38	34	85	63	30	53	51	45	122	63	116	78
MATIERES AZOTEES TOTALES	163	164	173	204	224	218	210	188	185	177	186	172	198	171
SOLUBLES	-	-	-	67	78	72	74	62	78	56	50	53	59	48
VALEUR NUTRITIVE (par kg MS)														
UFL	1,1	1,19	1,14	1,11	1,05	1,03	1,15	1,03	1,01	1,15	0,97	1,16	1,05	1,03
PDIN (g) (1)	114	115	119	139	152	149	143	129	123	122	129	118	137	119
PDIE (g) (1)	119	119	119	134	134	135	135	126	117	124	125	122	127	122

(1) VERITE et SAUVANT, 1981 (sauf Essai I).

TABLEAU 3

Influence de la nature des constituants énergétiques de l'aliment concentré sur les quantités ingérées et le gain de poids vif des veaux d'élevage

ESSAI	I			I I			III			IV		V		
LIEU	MIRECOURT			MIRECOURT			MIRECOURT			RENNES		RENNES		
ANNEE	1982-1983			1983-1984			1984-1985			1982-1983		1983-1984		
DUREE TOTALE (semaines)	17			19			17			21		19		
ANIMAUX SEXE	MALE			MALE			MALE			FEMELLE		FEMELLE		
EFFECTIF	48			30			30			39		48		
SERIES	3			2			2			4		3		
ALIMENTS CONCENTRES	ORGE	MAIS	ORGE BLE	ORGE	ORGE PULPES	ORGE SON	ORGE	ORGE SON	ORGE RADICELLES	ORGE MAIS	PULPES SON	ORGE	ORGE PULPES	ORGE SON
QUANTITES INGEREES (kg MS)														
PERIODE NAISSANCE-SEVRAGE														
ALIMENT D'ALLAITEMENT	47,0+ 2,3	47,1+ 2,2	46,9+ 2,7	48,4+ 2,2	48,2+ 1,8	48,0+ 1,4	48,3+ 2,2	48,5+1,1	48,5+1,5	41,1+0,8	41,7+1,1	49,3+5,0	47,1+4,1	49,2+4,8
ALIMENT CONCENTRE	18,2	17,8	16,1	19,8	13,9	23,8	20,0	19,0	22,6	25,7	21,2	17,2	15,2	19,7
FOURRAGE	7,0	8,0	5,9	6,6	7,2	6,1	5,5	7,8	4,0	2,3	1,9	2,1	2,0	2,4
PERIODE SEVRAGE-13 SEMAINES														
ALIMENT CONCENTRE	64,9	75,3	70,4	80,2	76,2	85,0	81,5	85,8	86,5	89,1	86,6	57,8	57,8	59,3
FOURRAGE	23,1	20,7	18,7	14,7	19,6	15,8	18,6	21,9	19,0	6,8	7,9	8,4	9,3	10,8
PERIODE 14-17 SEMAINES														
ALIMENT CONCENTRE	61,9	60,4	61,5	73,1	72,6	73,7	71,7	73,0	75,0	46,9	47,2	49,3	49,1	49,0
FOURRAGE	36,6	42,3	38,2	24,0	36,2	29,3	38,7	34,7	36,0	34,9	37,3	33,5	29,2	29,9
PERIODE TOTALE														
ALIMENT CONCENTRE	145,0	153,5	148,0	210,2	199,4	219,0	173,2	177,8	184,2	198,33	191,5	148,0	146,7	152,6
FOURRAGE	66,8	70,5	62,8	67,0	92,1	70,5	62,7	64,4	59,1	11,4	115,5	63,8	63,5	66,6
POIDS VIF (kg) (1)														
NAISSANCE	45 + 4	44 + 4	44 + 4	45 + 3	47 + 5	46 + 5	43 + 5	45 + 5	45 + 6	42 + 6	42 + 6	41 + 5	41 + 4	42 + 5
SEVRAGE	90 + 9	89 + 8	86 + 11	94 + 7	90 + 9	96 + 8	96 + 6	96 + 6	92 + 7	86 + 8a	84 + 7b	84 + 7a	84 + 7ab	90 + 9b
13 SEMAINES	122 + 11	127 + 14	22 + 18	127 + 16	131 + 14	128 + 15	134 + 8	137 + 8	130 + 9	118 + 10	114 + 10	105 + 9	107 + 11	113 + 11
17 SEMAINES	152 + 13	156 + 13	46 + 24	159 + 22	164 + 18	159 + 17	169 + 10a	169 + 10a	156 + 7b			134 + 14	134 + 13	140 + 15
FIN DE L'ESSAI				176 + 23	178 + 19	171 + 18				172,9+14,3	167,8+13,8			
GAIN DE POIDS VIF (g/j) (1)														
NAISSANCE - SEVRAGE	785+139	795+117	735+142	863+ 97 a	753+ 92 b	895+139	946+62a	911+84a	837+68b	820+98a	762+72b	721+71a	746+71ab	801+103b
SEVRAGE-13 SEMAINES	880+167 a	1096+230 b	1013+212ab	966+328	1138+166	917+231	1094+174	1143+172	1101+145	897+137	859+136	727+249	786+134	777+131
14-17 SEMAINES	1102+207	1020+217	909+325	1151+281	1205+241	1100+111	1253+122a	1146+222a	914+178b	916+112	899+124	815+187	759+180	764+174
18 SEMAINES-FIN DE L'ESSAI				1176+194 a	991+169ab	871+204								
TOTAL	898+ 93	940+ 88	861+157	994+155	992+125	952+132	1058+ 64 a	1042+70a	929+56 b	876+77	840+75	736+77	754+84	782+101

(1) Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

7 p.100 par rapport aux aliments concentrés « maïs ». L'aliment concentré « pulpes-son » a eu un coût inférieur de 16 p.100 à l'aliment concentré « maïs » (essai IV). En revanche, les coûts des aliments concentrés à l'unité énergétique (UFL) ont été plus faibles avec les céréales.

Rapporté au gain de poids vif, le coût en aliment concentré pour les mâles a été le plus faible avec l'orge (essai I), les pulpes de betteraves (essai II) et le son fin de blé cependant peu différent du maïs-grain (essai III). Il a été favorable à l'utilisation des matières premières cellulosiques moins chères chez les génisses.

Conclusion

L'ensemble des informations sanitaires, zootechniques et économiques fournies par ces essais montrent la bonne valorisation par le veau d'élevage des matières premières cellulosiques de valeur énergétique élevée et l'intérêt de leurs associations aux céréales (orge surtout) dans l'aliment concentré. L'intérêt du son fin de blé plus appétible se situe plutôt pendant le jeune âge et celui de pulpes de betteraves déshydratées après le sevrage (KERVEILLANT et LE BORGNE, 1982). La matière première cellulosique permet de pallier à la faible ingestion de fourrage lorsque un apport d'aliment concentré supérieur à 2 kg par veau par jour est requis pour un gain de poids vif élevé. L'acidité dans le rumen est particulièrement importante pendant la période de sevrage surtout après la suppression de l'alimentation lactée (GUILHERMET, comm. pers.). L'ingestion d'aliment concentré provoque une diminution brutale du pH du rumen qui peut aussi être limitée par un fractionnement de l'apport. L'intérêt énergétique des constituants cellulosiques lors du sevrage montre la particularité de l'alimentation du jeune veau avant l'établissement d'un rumen fonctionnel au cours du 4ème mois.

Les amidons d'orge (THIVEND et JOURNET, 1968) et de blé (THIVEND, 1969) responsables des problèmes digestifs et nerveux, sont dégradés rapidement dans le rumen et provoquent une diminution du pH du milieu et occasionnent des risques d'acidose. Le blé et l'orge doivent être introduits de façon progressive et contrôlée. En revanche, l'amidon de maïs est dégradé plus lentement et peut échapper en partie à la digestion ruminale s'il est distribué en proportion élevée (THIVEND et JOURNET, 1970). La digestion des constituants cellulosiques dans le rumen est plus lente. Cependant, les pulpes de betteraves sont des résidus membanaires presque complètement dégradés dans le rumen étant dépourvu de lignine de sorte que leur incorporation affecte peu la digestibilité des rations (DEMARQUILLY, 1980). Le son fin de blé est un tissu végétal qui a une cellulose moins digestible mais est bien pourvu en certains minéraux (P) et en vitamines du groupe B. Les radicelles d'orge peuvent être incorporées en quantité élevée dans l'aliment concentré sans problèmes sanitaires (MORAND-FEHR, 1980) bien que leur plus faible valeur énergétique et la substitution de leurs matières azotées à celles du tourteau de soja aient constitué un handicap.

Avec des aliments concentrés complets distribués à des veaux d'élevage, le gain de poids vif corrigé pour les variations de contenu digestif est maximum pour un taux de cellulose brute dans la matière sèche de 7 - 8 p.100 (10 p.100 pour le gain de poids vif) (JAHN *et al.*, 1970 ; STROZINSKI et CHANDLER, 1971). Ce taux de cellulose devrait être retenu dans la pratique car un fourrage est distribué séparément de l'aliment concentré. Ainsi, le rumen se développera normalement sans désordres digestifs chez les veaux d'élevage.

Références bibliographiques

AGUER D., THERIEZ M., MOLENAT G., 1971. Utilisation comparée du blé, de l'orge et du maïs dans la ration des agneaux à l'engrais. *Ann. Zootech.*, **20** (4), 465.

DEMARQUILLY C., 1980. Utilisation des pulpes déshydratées. In « *L'utilisation des matières premières à cellulose facilement digestible par les animaux* ». C.A.A.A. INA PG.

JAHN E., CHANDLER P.T., POLAN C.F., 1970. Effects of fiber and ratio of starch to sugar on performance of ruminating calves. *J. Dairy Sci.*, **53** (4), 466-474.

JOUANY J.P., 1982. Le développement des estomacs et de l'activité microbienne chez les jeunes ruminants. In « *Le Veau d'élevage* » ENSA Rennes.

KERVEILLANT P., LE BORGNE A., 1982. A Kerlavic : premiers résultats. *Pointe Elev.*, **8.**

MATHIEU C.M., WEGAT-LITRE L., 1960. Les préférences alimentaires du veau. I. Appétibilité comparée des céréales. *Ann. Zootech.*, **9,** 261-270.

MORAND-FEHR P., 1980. Pulpes d'agrumes, drèches de brasserie, radicelles d'orge. In « *L'utilisation des matières premières à cellulose facilement digestible par les animaux* ». C.A.A.A. INA PG.

STROZINSKI L.L., CHANDLER P.T., 1971. Effect of Dietary Fiber and Acid-Detergent lignin on Body Fill of Ruminating Calves. *J. Dairy Sci.*, **54** (1), 1491-1495.

THIVEND P., 1969. Le blé dans l'alimentation du ruminant. *Bull. tech. Inf.*, **244,** 935-940.

THIVEND P., JOURNET M., 1968. Utilisation digestive de l'amidon de l'orge chez le ruminant. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **8,** 449-451.

THIVEND P., JOURNET M., 1970. Utilisation digestive de l'amidon de maïs chez le ruminant. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **10,** 323-326.

TROCCON J.L., BONY J., GAREL J.P., PARRASSIN P.R., 1984. Effet du niveau azoté de l'aliment concentré sur les performances des veaux sevrés précocement. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **56,** 9-14.

TROCCON J.L., PARRASSIN P.R., BONY J., 1983. Lait de remplacement rationné ou à volonté pour veaux d'élevage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **51,** 53-56.

VERITE D., DULPHY J.P., 1981. Effet de la nature de l'aliment concentré sur l'ingestion et les performances des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **45,** 15-21.

VERITE R., SAUVANT D., 1981. Prévision de la valeur nutritive azotée des aliments concentrés pour les ruminants. In « *Prévision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants* », INRA Publ., 279-296.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 23-29

Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe

J.B. COULON*, J.P. GAREL** et A. HODEN***

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Lactation, 63122 Ceyrat*
*** INRA, Domaine expérimental, 15330 Marcenat*
**** INRA-St-Gilles, Station de Recherches sur la Vache laitière, 35590 L'Hermitage*

La mise à l'herbe des vaches laitières au printemps s'accompagne de modifications de l'alimentation et de l'environnement parfois très brutales, en particulier lorsque les animaux sont hivernés en stabulation entravée et sortent rapidement au pâturage, comme cela est souvent le cas en zone de montagne. De nombreuses études ont été entreprises pour décrire l'évolution de la production et de la composition du lait à cette période ; en règle générale, la production de lait augmente, ainsi que sa richesse en matières grasses et surtout en protéines (ROOK *et al.*, 1960 ; DEMARQUILLY et JOURNET, 1962 ; DECAEN et JOURNET, 1966 ; DECAEN et GHADAKI, 1970 ; VIGNON *et al.*, 1978 ; REARTE *et al.*, 1986). Ces modifications dépendent cependant de nombreux facteurs et, en particulier, du type de ration hivernale et du niveau des apports correspondants (ROOK *et al.*, 1960 ; LE DU *et al.*, 1979 ; HODEN *et al.*, 1985) ainsi que des conditions du pâturage.

L'objectif de cette étude, réalisée à l'occasion d'un essai à long terme conduit 6 années consécutives à Marcenat (1100 m d'altitude) (COULON *et al.*, 1985), a été, à partir d'un grand nombre de données (411 évolutions à la mise à l'herbe), de préciser l'effet de l'alimentation hivernale et des conditions de pâturage sur les variations de production et de composition du lait à la mise à l'herbe. Nous avons d'autre part cherché à mettre en évidence celui d'autres facteurs (numéro de lactation, race, stade de lactation et niveau de production) et de leurs interactions.

Conditions expérimentales

Les conditions générales de l'essai ayant été présentées en détail par ailleurs dans cette même revue (COULON *et al.*, 1985) on ne précisera que celles spécifiques à la mise à l'herbe.

411 vaches laitières dont 126 primipares, réparties sur 6 années successives et encore en lactation 2 mois après la mise à l'herbe, ont été retenues pour cette étude. De race Pie Noire (202) ou Montbéliarde (209), elles étaient en moyenne au 119ème jour de lactation à la mise à l'herbe et produisaient 15,4 ± 4,2 kg / j de lait en moyenne.

Ces animaux appartenaient aux 5 lots expérimentaux de l'essai à long terme et recevaient donc, à volonté tout au long de l'hiver, une des rations de base suivantes : foin ou foin + regain (lots F) ; ensilage d'herbe de prairie naturelle récolté en coupe directe à l'aide d'une machine à double coupe et systématiquement additionné d'acide formique (lots E) ; foin (5 kg / j) + ensilage d'herbe (lot M). La complémentation en aliment concentré s'effectuait à 2 niveaux selon un schéma prédéterminé : bas (B : au dessus de 10 kg de lait pour les adultes) et haut (H : au dessus de 5 kg de lait) pour les 2 premiers types de régimes (F et E) et uniquement au niveau bas pour le 3ème (M). L'aliment concentré (120 g PDI / UFL) était distribué à raison de 1 kg par tranche de 2,5 kg de lait au-dessus des niveaux précités. Les résultats sont donc présentés selon les 5 lots expérimentaux suivants : FB, FH, EB, EH et MB.

La mise à l'herbe a eu lieu, quelle que soit l'année, au cours de la première semaine de mai. Tous les animaux ont été sortis ensemble et ont passé la 1ère nuit (années 1, 2 et 3) ou les 2 à 4 premières nuits (années 4, 5 et 6) à l'étable, avant d'être maintenus en permanence au pâturage, sauf pendant les traites qui avaient lieu en stabulation. Du foin a été offert aux animaux au cours des 2 premières semaines de pâturage, à raison de 6 kg / j lorsqu'ils couchaient à l'étable et de 2 kg / j environ par la suite durant les traites. Simultanément, les quantités de concentré distribuées ont été réduites progressivement, à raison de 2 kg par semaine, de manière à ce que la transition soit réalisée en 2 semaines au maximum.

Au pâturage, tous les animaux ont été conduits en un seul troupeau sur de la prairie naturelle, selon le système du pâturage tournant. Le nombre de parcelles pâturées a varié de 7 à 12 selon la saison, de manière à ce que le temps de séjour par parcelle ne dépasse pas 4 jours au cours du premier cycle (1,6 à 3,3 j selon les années) et que le temps de repos de l'herbe atteigne 3 semaines au printemps. A cette période, le chargement a été de 3,5 vaches par hectare (GAREL et HODEN, 1985). On a considéré que le pâturage couvrait les besoins d'entretien plus ceux nécessaires à la production de 20 kg de lait (17 pour les primipares). Les conditions météorologiques autour de la mise à l'herbe sont précisées au tableau 1.

Les principales mesures ont concerné la production laitière (tous les jours), la composition du lait (taux butyreux et taux azoté, 2 fois par semaine) et les quantités ingérées d'aliment concentré (tous les jours) et de fourrages conservés (2 jours consécutifs toutes les 2 semaines).

Pour chaque variable étudiée, les résultats individuels ont été regroupés selon trois périodes correspondant aux semaines -4, -3 et -2 avant la mise à l'herbe (P1), aux semaines 2, 3 et 4 après la mise à l'herbe (P2) et aux semaines 7, 8 et 9 après la mise à l'herbe (P3). L'analyse statistique des résultats (analyse de variance-covariance - SEEBECK, 1973 -) a été réalisée sur ces périodes. Nous avons effectué une première analyse sur l'ensemble de la population, en prenant systématiquement comme covariable le stade de lactation à la mise à l'herbe et parfois le potentiel de production des animaux (estimé à partir de la production des 4ème, 5ème et 6ème jours de la lactation ; cf. HODEN et JOURNET, 1971). Nous avons ensuite réalisé une 2ème analyse portant sur 3 sous-populations correspondant aux animaux ayant vêlé en début d'hiver, milieu d'hiver ou fin d'hiver. Les stades moyens de lactations de ces 3 sous-populations à la mise à l'herbe étaient respectivement de 162, 106 et 57 j.

Résultats

Au cours des 6 années expérimentales, la mise à l'herbe ne s'est accompagnée que de 4 troubles digestifs passagers (ballonnements). Il n'y a jamais eu de trouble digestif spécifique grave (tétanie ou météorisation). Le principal problème sanitaire a concerné les boiteries : en moyenne, 1 vache sur 10 en a été atteinte au cours du premier mois de pâturage, mais cette fréquence a été plus élevée les années 1, 2 et 4 (1 vache sur 7) que l'année 5 (1 vache sur 12) et surtout que les années 3 et 6 (1 vache sur 30).

La mise à l'herbe a eu un effet bénéfique à la fois sur la production (+ 5 p.100) et sur la composition du lait (respectivement + 7 et + 12 p.100 pour les taux de matières grasses et de matières azotées).

Malgré l'avancement du stade de lactation de 5 semaines entre les 2 périodes, la production laitière a augmenté en moyenne de 0,8 kg entre P1 et P2. L'essentiel de cet accroissement a eu lieu au cours des 2ème et 3ème semaines de pâturage, à partir desquelles la production a commencé à décroître, au rythme de 2,7 p.100 par semaine (fig. 1). Parallèlement à la production laitière, les taux de matières grasses et de matières azotées ont augmenté de respectivement 2,5 et 3,6 g p.1000 entre les périodes P1 et P2. Cette augmentation a été rapide pour le taux butyreux (maximum atteint 2 semaines après la mise à l'herbe) et ne s'est pas maintenue ; elle a été plus progressive pour le taux azoté (maximum atteint 4 semaines après la mise à l'herbe) qui s'est pratiquement maintenu par la suite (fig. 1). La production de matière utile (matières grasses + matières azotées) a ainsi augmenté de 152 g / j (soit de 15 p.100) entre P1 et P2.

Ces différentes évolutions moyennes ont cependant été très variables selon 1) les traitements alimentaires hivernaux, 2) la race et le numéro de lactation des animaux, 3) leur stade de lactation à la mise à l'herbe.

La mise à l'herbe a eu un effet bénéfique sur la production et la composition du lait d'autant plus important que les animaux avaient été davantage restreints au cours de l'hiver (fig. 1 et tabl. 2).

L'augmentation de production laitière entre P1 et P2 a été beaucoup plus importante chez les animaux ayant reçu de l'ensilage d'herbe au cours de l'hiver que chez ceux ayant reçu du foin (+ 1,2 contre + 0,4 kg, $P<0,01$), et surtout chez ceux alimentés au niveau bas que chez ceux alimentés au niveau haut (+ 1,5 contre + 0,1 kg, $P<0,01$). Ainsi, les animaux du lot EB ont

TABLEAU 1

Conditions météorologiques à la mise à l'herbe

	Années					
	75	76	77	78	79	80
1ère décade						
Température moy.(°C)	5,2	10,6	3,5	6,2	3,8	6,8
Pluviométrie (mm)	32,3	31,3	76,5	37,8	18,9	32,1
2ème décade						
Température moy.	10,6	8,6	7,9	7,3	10,5	7,9
Pluviométrie	32,4	16,6	63,4	44,8	13,8	19,6
3ème décade						
Température moy.	8,3	10,4	10,6	9,0	10,7	7,5
Pluviométrie	67,3	5,0	150,5	16,0	31,1	52,8

augmenté leur production de 2,0 kg alors que ceux du lot FH l'ont diminué de 0,2 kg. Au cours des 2 premiers mois de pâturage, la production laitière s'est d'autre part mieux maintenue chez les animaux des lots « bas » que chez ceux des lots « haut » (2,2 p.100 de décroissance hebdomadaire entre la 3ème et la 9ème semaines de pâturage contre 3,2 p.100). Ainsi, 2 mois après la mise à l'herbe, tous les animaux produisaient pratiquement la même quantité de lait (14,6 à 15,4 kg/selon les lots ; P>0,05) alors qu'avant la mise à l'herbe les productions variaient de 13,8 (lot EB) à 17,1 kg/j (lot FH).

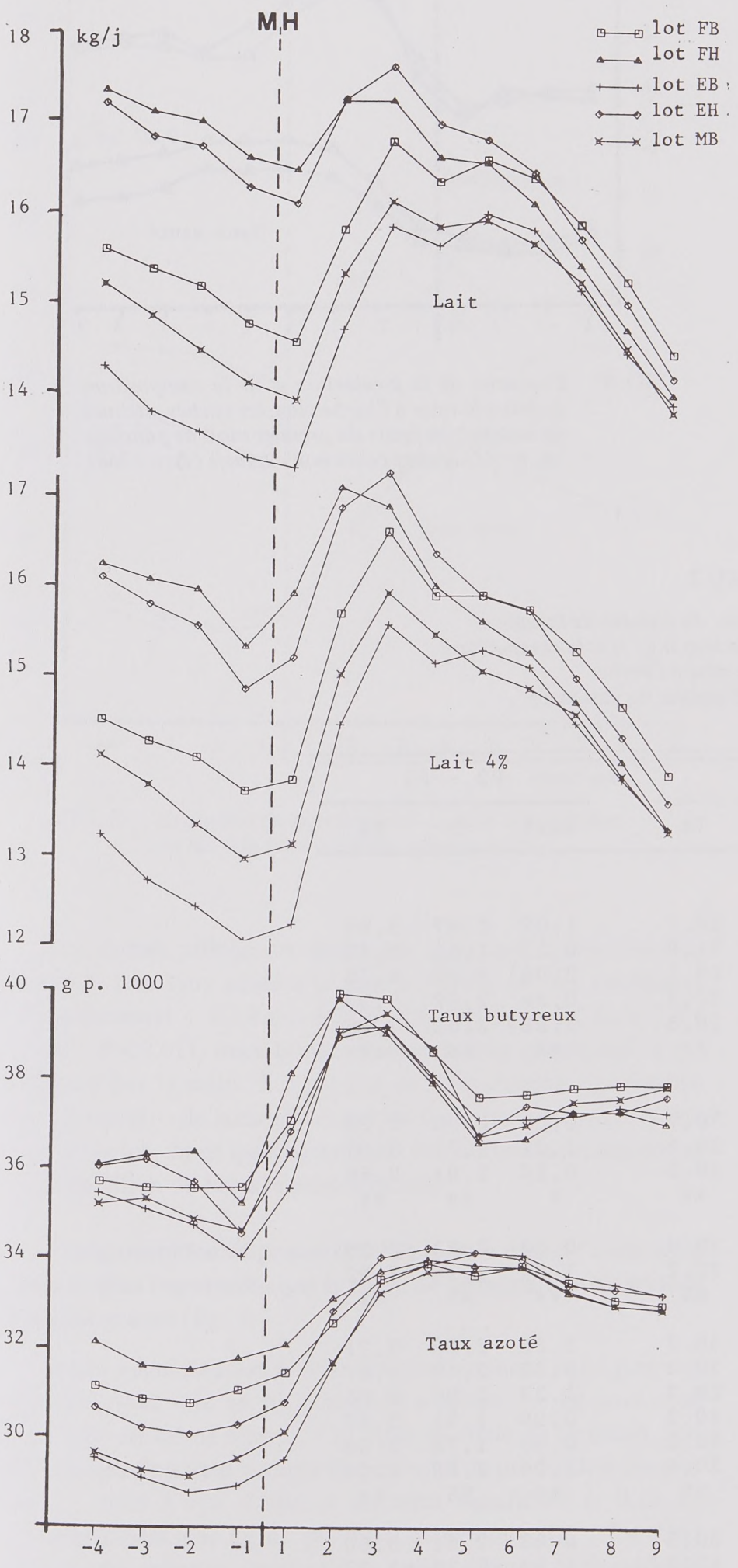


FIG. 1 : *Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe selon les lots*

L'augmentation du taux butyreux à la mise à l'herbe a été plus importante chez les animaux des lots « bas » que chez ceux des lots « haut » (+ 3,0 g p.1000 contre + 1,8 ; P<0,01) ; elle a été supérieure (de 0,3 g p.1000) mais non significativement, chez les animaux ayant reçu de l'ensilage comparativement à ceux ayant reçu du foin. L'augmentation du taux de matières azotées à la mise à l'herbe a été plus élevée chez les animaux des lots « bas » que chez ceux des lots « haut » (+ 3,9 contre + 3,0 g p.1000 ; P<0,01) et chez ceux ayant reçu de l'ensilage que chez ceux ayant reçu du foin au cours de l'hiver (+ 4,3 contre + 2,5 g p.1000 ; P<0,01). Ainsi, le taux de matières azotées du lait des animaux du lot EB a augmenté de 4,7 g p.1000 entre P1 et P2 contre seulement 2,1 pour ceux du lot FH. Dès la 3ème semaine de pâturage, il n'y avait plus de différence de taux de matières azotées entre les lots. En définitive, l'augmentation de production de matière utile entre P1 et P2 a varié de + 39 g/j (soit + 3 p.100) pour le lot FH à + 249 g/j (soit + 28 p.100) pour le lot EB. En période 3, la production de matière utile était pratiquement identique dans les 5 lots (1041 à 1098 g/j). Il n'y a donc pas eu d'effet rémanent des traitements hivernaux sur la production et sur la composition du lait au pâturage.

Intra lot, l'augmentation du taux butyreux à la mise à l'herbe a été d'autant moins importante que celle de la production laitière était plus forte : elle a ainsi diminué de 0,48 g p.1000 par kg d'augmentation supplémentaire de production laitière (P<0,01). L'augmentation du taux azoté à la mise à l'herbe a par contre été indépendante de celle de la production laitière.

L'effet de la mise à l'herbe sur la production et la composition du lait n'a pas été très différent d'une année à l'autre.

Les variations d'évolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe d'une année à l'autre ont été relativement faibles, comparativement à celles observées entre les lots. Cependant, l'augmentation de production laitière a été plus importante les 4 dernières années que les 2 premières (+ 1,1 kg contre + 0,4 kg ; P<0,01) et l'augmentation du taux azoté plus importante les années 3, 5 et 6 que les années 1, 2 et 4 (+ 4,1 g p.1000 contre + 3,4 g p.1000 ; P<0,01). L'augmentation du taux butyreux a été plus importante les années 3 et 6 que pour les 4 autres, mais de manière non significative (+ 3,0 g p.1000 contre + 2,3). Les années 3 et 6 ont ainsi été très favorables aux augmentations de production et de richesse du lait, en raison d'une part, de la moindre fréquence des boiteries ces 2 années (cf. paragraphe suivant) d'autre part, de la qualité et de l'abondance de l'herbe (année 3) ou d'une sous-alimentation de fin d'hiver plus prononcée (année 6). Ces 2 années peuvent être opposées aux années 1 et 2, moins favorables pour la quantité d'herbe disponible (année 1) ou la qualité de cette herbe (année 2).

La production laitière des vaches atteintes de boiteries au cours du premier mois de pâturage n'a pas augmenté à la mise à l'herbe.

Au cours des 6 années expérimentales, 43 vaches, réparties également entre les lots, ont été atteintes de boiteries au cours des quatre premières semaines suivant la mise à l'herbe. Ces vaches étaient à un stade de lactation comparable à celui des 368 autres (106ème jour en moyenne) mais produisaient plus de lait (17,6 kg contre 15,3), en particulier parce qu'elles étaient en majorité de type Pie Noir (27 contre 16 Montbéliardes). La pro-

duction laitière et le taux de matières azotées de ces 43 vaches ont beaucoup moins augmenté à la mise à l'herbe que ceux des animaux non atteints de boiteries (respectivement -0,3 kg et + 2,4 g p.1000 contre + 1,0 kg et + 3,7 g p.1000) (fig. 2).

L'effet de la mise à l'herbe a été plus important chez les vaches Montbéliardes que chez celles de type Pie Noir (tabl. 2).

A la mise à l'herbe, les animaux de race Montbéliarde ont plus augmenté leur production laitière que ceux de race Frisonne (+ 1,3 kg contre + 0,3 ; P<0,01) et la richesse de leur lait s'est en moyenne accrue de manière plus importante, mais uniquement lorsqu'elles avaient reçu de l'ensilage au cours de l'hiver (respectivement + 2,6 et + 4,4 g p.1000 d'augmentation de taux butyreux et azoté pour les Montbéliardes contre + 1,8 et + 3,9 g p.1000 pour les Pie Noires ; P<0,05). Quand les animaux avaient reçu du foin, les augmentations de taux ont été voisines pour les 2 races.

Le meilleur maintien de la production laitière et du taux azoté des vaches Montbéliardes au cours des 2 premiers mois de pâturage a d'autre part fait disparaître la différence de production existant avant la mise à l'herbe et a entraîné un écart significatif de taux azoté entre les 2 races en période 3 (34,0 g p.1000 contre 32,7 ; P 0,01) (fig. 3).

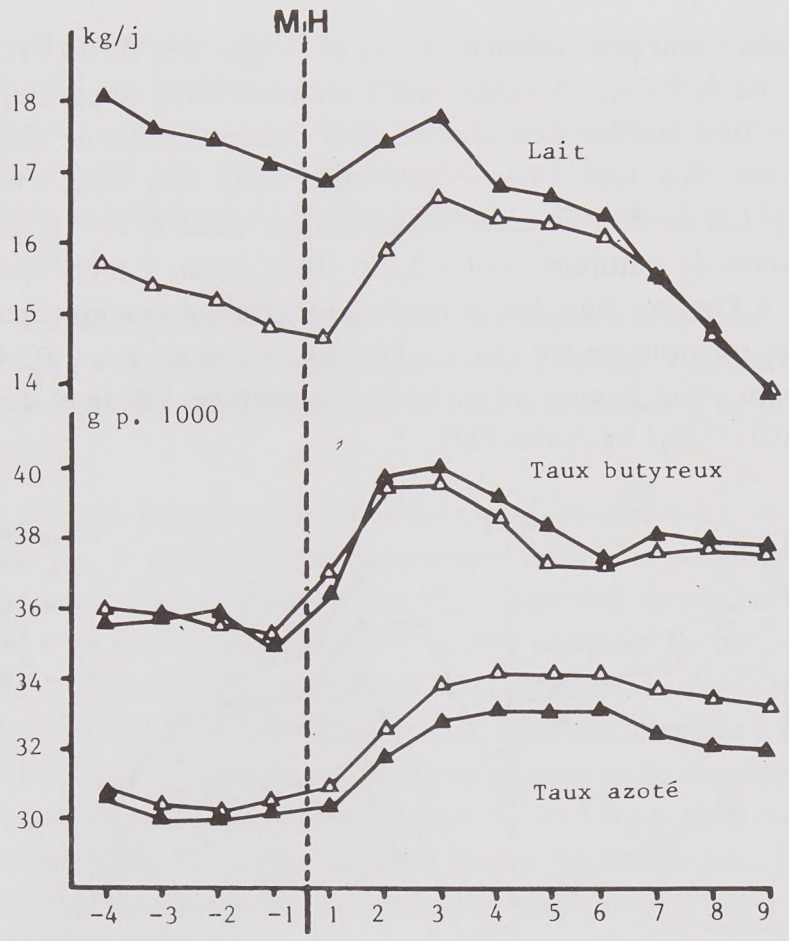


FIG. 2 : *Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe chez les vaches atteintes de boiteries au cours du premier mois de pâturage (▲,n=43) et chez celles non atteintes (△,n=368)*

TABLEAU 2

Effets de l'alimentation hivernale, du numéro de lactation, de la race et de l'année sur la production (kg / j) et la composition du lait (g / kg) à la mise à l'herbe
(moyennes estimées par l'analyse de variance)

	P1			P2 - P1		
	Lait	TB	TA	Lait	TB	TA
Alimentation hivernale						
FB	15,8	35,6	30,7	1,02	2,97	2,89
FH	16,7	36,4	31,8	-0,23	1,52	2,15
EB	13,5	35,0	29,1	2,04	3,02	4,78
EH	16,5	36,0	30,3	0,36	2,02	3,93
MB	14,9	35,1	29,3	0,98	3,02	4,25
	**	*	**	**	**	**
Numéro de lactation						
1	14,6	35,3	30,7	0,53	2,90	3,28
2	15,3	36,3	30,1	1,02	1,71	3,97
3 et +	16,5	35,4	30,0	0,96	2,91	3,56
	**	*	**	*	**	**
Race						
Pie-noire	16,5	36,5	30,3	0,33	2,23	3,29
Montbéliarde	14,5	34,8	30,2	1,34	2,78	3,92
	**	**	NS	**	NS	**
Année						
1	15,4	36,4	30,7	0,38	2,63	3,21
2	16,2	37,6	30,3	0,32	2,49	3,57
3	15.0	36,3	29,7	1,33	2,96	3,95
4	14,8	34,2	30,3	0,99	2,31	3,42
5	15,7	35,9	30,2	0,93	1,78	3,98
6	15,7	33,5	30,4	1,04	2,88	4,24
	NS	**	NS	**	NS	**
Moyenne générale	15,5 ±4,2	35,7 ±3,6	30,3 ±2,3	0,83 ±1,94	2,51 ±3,20	3,60 ±1,77

NS : Non significatif; * : P<0,05; ** : P<0,01.

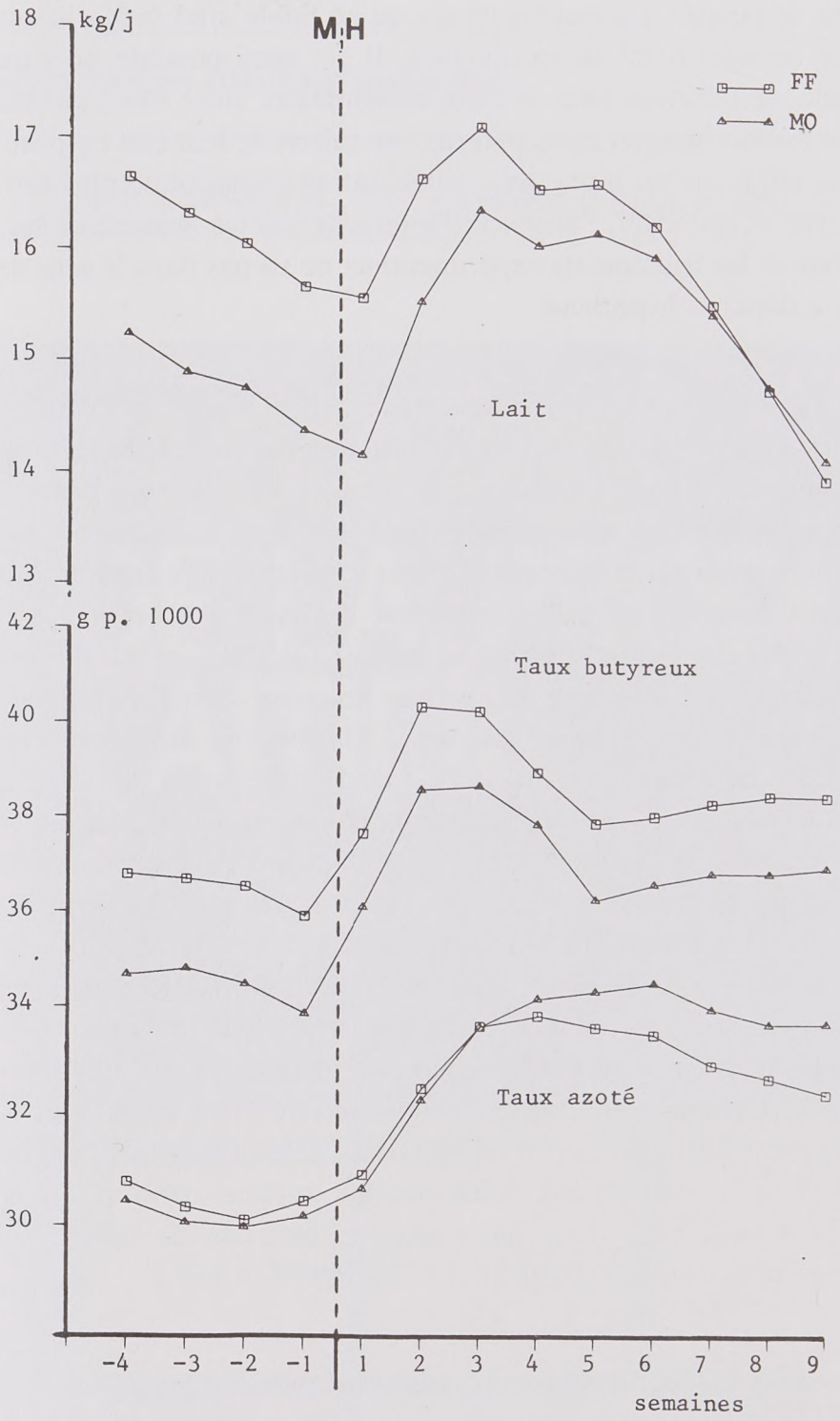


FIG. 3 : *Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe selon la race*

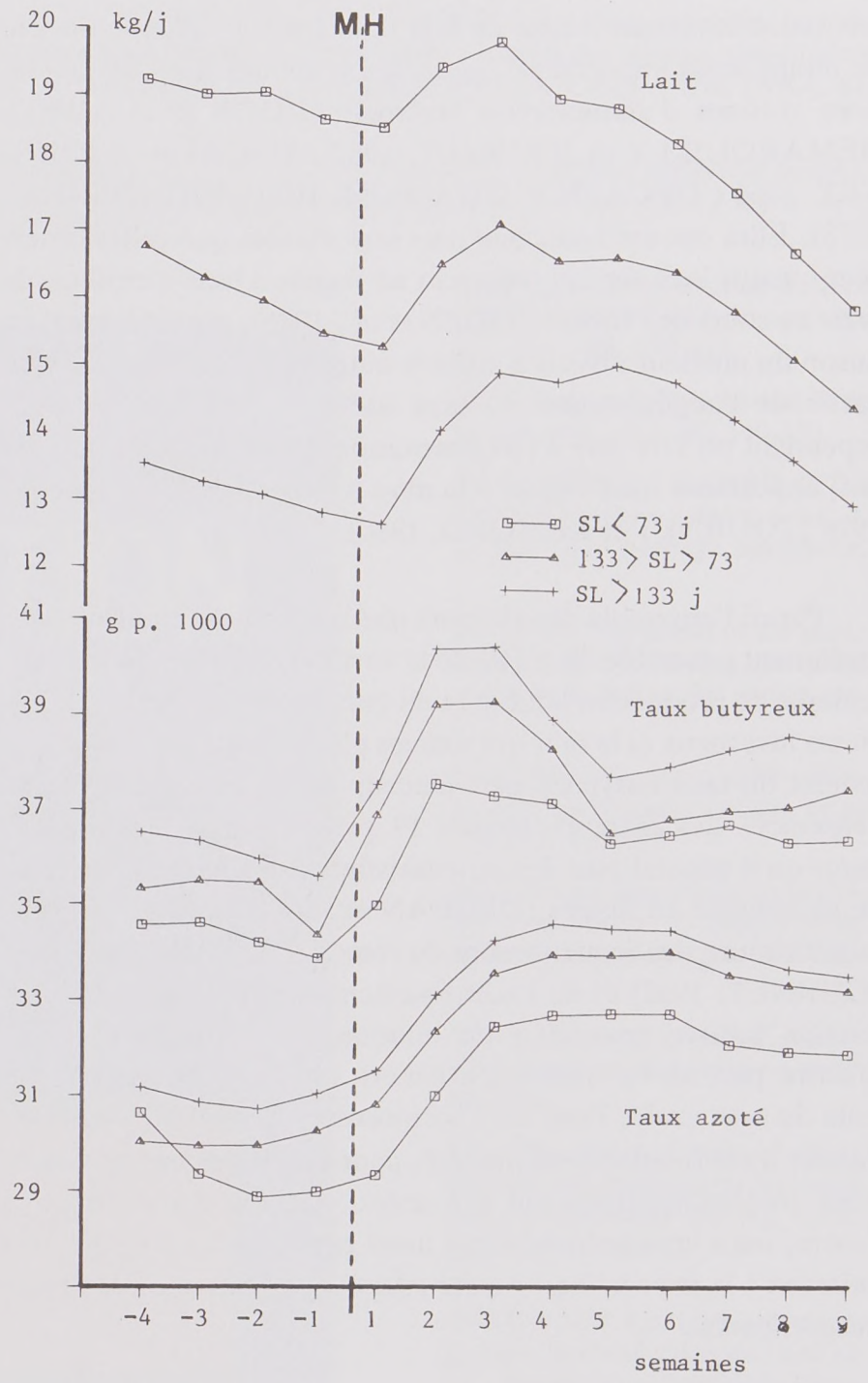


FIG. 4 : *Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe selon le stade de lactation (SL) à la mise à l'herbe*

Les vaches primipares ont moins augmenté leur production laitière et leur taux azoté à la mise à l'herbe que les multipares (respectivement + 0,5 kg et 3,7 g p.1000 contre + 1,0 kg et 3,3 g p.1000 ; $P<0,01$), mais la persistance de leur production a été meilleure par la suite. Il n'y a pas eu d'interaction significative entre le numéro de lactation et la race ou entre le numéro de lactation et le lot, en ce qui concerne les évolutions de production et de composition du lait à la mise à l'herbe.

L'augmentation de production laitière à la mise à l'herbe a été d'autant plus importante que le stade de lactation à cette période était plus avancé (fig. 4).

Cette augmentation a ainsi été pratiquement nulle pour les animaux ayant vêlé en fin d'hiver et a atteint 1,6 kg pour ceux ayant vêlé en début d'hiver. Cet effet du stade de lactation persiste lorsque l'on tient compte du potentiel de production des animaux ; celui-ci n'a d'ailleurs un effet significatif (- 0,18 kg d'accroissement par kg de potentiel supplémentaire ; $P<0,01$) que chez les animaux ayant vêlé en milieu d'hiver. Ni le stade de lactation, ni le potentiel de production n'ont eu d'effet sur les accroissements de taux.

L'écart d'augmentation de la production laitière à la mise à l'herbe entre les animaux ayant reçu de l'ensilage d'herbe et ceux ayant reçu du foin a eu tendance à croître avec le stade de lactation, mais de manière non significative (respectivement 0,24, 0,71 et 0,98 kg de lait d'écart d'accroissement pour les vêlages de fin, milieu et début d'hiver). D'autre part, l'écart d'accroissement des taux à la mise à l'herbe entre les animaux ayant reçu les niveaux « bas » et « haut » a eu tendance à diminuer (respectivement 2,10 et 1,45 ; 1,51 et 0,95 et 0,61 et 0,60 pour les taux butyreux et azotés pour les vêlages de fin, milieu et début d'hiver).

L'effet du stade de lactation sur l'augmentation de production laitière à la mise à l'herbe a été plus important pour les vaches Frisonnes que pour les vaches Montbéliardes (respectivement + 0,67 et + 0,37 kg d'accroissement supplémentaire par mois de lactation supplémentaire à la mise à l'herbe ; $P<0,01$).

Discussion et conclusion

Les variations de production et de composition du lait que

nous avons observées à la mise à l'herbe après une période d'alimentation hivernale à base de foin ou d'ensilage d'herbe ont été au moins aussi importantes que celles obtenues dans des conditions voisines d'alimentation hivernale (ROOK *et al.*, 1960 ; DEMARQUILLY et JOURNET, 1962 ; DECAEN et JOURNET, 1966 ; DECAEN et GHADAKI, 1970 ; VIGNON *et al.*, 1978). Elles ont été beaucoup plus importantes que celles observées lorsque les animaux reçoivent un régime à base d'ensilage de maïs au cours de l'hiver (HODEN *et al.*, 1985), probablement en raison du meilleur niveau d'apports nutritifs avec ce régime. Une partie de l'augmentation du taux azoté à la mise à l'herbe a cependant pu être due à l'augmentation de la teneur en urée du lait, importante mais fugace à la mise à l'herbe (VIGNON *et al.*, 1978 ; JOURNET et REMOND, 1980).

Parmi l'ensemble des facteurs que nous avons étudiés et qui expliquent ensemble 38 p.100 de la variabilité totale des accroissements de production laitière et du taux azoté, ce sont les traitements hivernaux et la race qui sont les plus significatifs. L'accroissement du taux butyreux est beaucoup moins bien expliqué par l'ensemble des facteurs étudiés (9 p.100), vraisemblablement parce qu'il dépend plus des caractéristiques de l'herbe pâturée et de sa richesse en lipides (DECEAN et GHADAKI, 1970), des modifications des fermentations du rumen (DEMARQUILLY et JOURNET, 1962) et de l'accroissement concomitant de la production laitière (par effet de dilution des matières grasses). D'autre part sa variabilité journalière est plus importante que celle du taux azoté. Pour les 3 accroissements analysés, l'effet de l'année a été relativement modéré, peut-être parce que les conditions météorologiques ont été assez voisines d'une année à l'autre, mais vraisemblablement aussi parce que la conduite des animaux à la mise à l'herbe a été adaptée aux conditions de cette mise à l'herbe.

Les augmentations plus importantes de production et de composition du lait à la mise à l'herbe avec les rations hivernales à base d'ensilage d'herbe peuvent s'expliquer par :

a) le niveau des apports énergétiques hivernaux inférieurs dans notre essai avec ce type de régime (COULON *et al.*, 1985). L'influence prépondérante du niveau des apports énergétiques hivernaux sur l'évolution de la production laitière et du taux azoté à la mise à l'herbe a d'ailleurs souvent été observée (ROOK *et al.*, 1960 ; AURIOL et JARRIGE, 1962 ; LE DU *et al.*, 1979 ; STEEN et GORDON, 1980a et b) ; la mise à l'herbe se traduit en effet par une augmentation des apports énergétiques d'autant plus importante que ceux-ci étaients restreints au cours de l'hiver ou qu'ils étaient plus modérés en raison d'un stade de lactation plus avancé. On connait en effet la liaison étroite qu'il y a entre l'augmentation de ces apports d'une part, et le taux protéique et la production laitière d'autre part (REMOND, 1985) ;

b) la meilleure valeur laitière de l'ensilage d'herbe qui tend à diluer les matières et donc à diminuer les taux hivernaux (HODEN *et al.*, 1985). Le fait que ces augmentations de production laitière et de taux azoté soient d'autant plus importantes que le stade de lactation est plus avancé, résultat aussi observé par REARTRE *et al.* (1986), ne semble pas seulement dû au niveau de production et donc aux besoins énergétiques, plus élevés des animaux en début de lactation. En effet, à même stade de lactation, le potentiel des animaux n'a qu'un faible effet (négatif) sur leur accroissement de production. Il est ainsi possible qu'à un stade de lactation plus avancé, les animaux aient une capacité d'ingestion supérieure au pâturage en raison de leur état corporel plus faible et / ou d'une sous-alimentation énergétique plus prolongée. Cependant, l'absence d'interaction entre le stade de lactation et les traitements expérimentaux ne va pas dans le sens de cette dernière hypothèse.

Cependant, les variations du niveau des apports énergétiques n'est pas le seul facteur de variation des accroissements de production et de composition du lait lors de la mise à l'herbe. Nous avons en effet récemment observé d'importantes augmentations de production laitière et de taux protéique chez des animaux bien alimentés en fin d'hiver lorsque la mise à l'herbe avait lieu dans des conditions très favorables (COULON *et al.*, 1986). D'autre part, dans les essais où des animaux alimentés à l'auge avec de l'herbe verte ont été mis à l'herbe, des augmentations parfois importantes de production et de richesse du lait ont été observées, bien que ces animaux aient eu accès, durant la période d'affouragement en vert, à une aire de promenade et donc que le changement d'environnement à la mise à l'herbe ait pu être atténué (DEMARQUILLY et JOURNET, 1962 ; DECAEN et JOURNET, 1970 ; D'HOUR et GAREL, résultats non publiés). Il est donc vraisemblable que d'autres facteurs que le niveau des apports énergétiques interviennent, d'ordre digestif (liés aux modifications de la composition du mélange des acides gras volatils du rumen - DEMARQUILLY et JOURNET, 1962 ; REMOND, 1985 -), environnemental (exercice, exposition à la lumière...) ou liés à des propriétés intrinsèques de l'herbe de printemps (DEMARQUILLY et JOURNET, 1962).

La meilleure réaction des vaches Montbéliardes à la mise à l'herbe est peut-être en partie due à leur capacité d'ingestion supérieure au pâturage comme semble l'indiquer le fait qu'elles passent systématiquement plus de temps à pâturer pendant la journée que les Pie Noires (COULON *et al.*, 1986) et aussi, dans cet essai, à leur meilleur état sanitaire et en particulier à leur moins grande sensibilité aux boiteries (COULON *et al.*, 1985) : au cours du premier mois de pâturage les Montbéliardes ont en effet été près de 2 fois moins sujettes à des boiteries que les Frisonnes.

En définitive, ces observations mettent en évidence l'importance, dans des conditions d'alimentation hivernale difficiles, de la mise à l'herbe et du début de la période de pâturage qui peuvent permettre de rattraper presque totalement les écarts parfois importants de production laitière et de taux azoté entre animaux plus ou moins bien alimentés au cours de l'hiver. Il est donc particulièrement important de bien conduire les animaux à cette période critique. Les meilleures réactions observées avec les vaches d'un stade avancé de lactation sont d'autre part un élément d'explication des meilleures performances laitières obtenues avec des vêlages d'automne comparativement à des vêlages de printemps (résultats du contrôle laitier, 1984). Enfin, ces observations mettent en évidence une différence de réaction à la mise à l'herbe entre les vaches montbéliardes et de type Pie Noir, que nous avons récemment confirmée et précisée (COULON *et al.*, 1986).

Références bibliographiques

AURIOL P., JARRIGE R., 1962. Possibilités de modifier la composition du lait. *Bull. fed. int. Lait.,* n° II.

BROSTER W.H., BROSTER V.J., 1984. Reviews of the progress of dairy science : long term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *J. Dairy Res.,* **51,** 149-196.

COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., JOURNET M., LIENARD G., 1985. Production laitière en zone de montagne : effets pluriannuels du type de ration hivernale et du niveau de complémentation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **61,** 31-48.

COULON J.B., PETIT M., D'HOUR P., 1986. Résultats non publiés.

DECAEN C., GHADAKI M.B., 1970. Variation de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait de vache à la mise à l'herbe et au cours des 6 premières semaines d'exploitation du fourrage vert. *Ann. Zootech.,* **19,** 399-411.

DECAEN C., JOURNET M., 1966. Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. *Ann. Zootech.,* **15,** 259-277.

DEMARQUILLY C., 1963. Influence de la nature du pâturage sur la production laitière et la composition du lait. *Ann. Zootech.,* **12,** 69-104.

DEMARQUILLY C., GRENET E., LAMAND M., BARLET J.P., LEDU J., 1978. Qualité de conservation et valeur alimentaire des ensilages de pulpes. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **32,** 5-12.

DEMARQUILLY C., JOURNET M., 1962. Variations de la composition du lait à la mise à l'herbe. XVI[ème] Congrès Int. de Laiterie, Kobenhavn, 33-48.

DUCKER M.J., MORANT S.V., 1984. Observations on the relationships between the nutrition, milk yield, live weight and reproductive performance of dairy cows. *Anim. Prod.,* **38,** 9-14.

GAREL J.P., HODEN A., 1985. Pâturage en zone de montagne : niveau de chargement et de complémentation pour des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 35-46.

GORDON F.J., 1984. The effect of level of concentrate supplementation given with grass silage during the winter on the total lactation performance of automn-calving dairy cows. *J. agric. Sci.,* **102,** 163-179.

HODEN A., JOURNET M., 1971. Le rationnement des vaches laitières au début de la lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **5,** 5-28.

HODEN A., COULON J.B., DULPHY J.P., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 69-79.

JOHNSON C.L., 1977. The effect of the plane and pattern of concentrate feeding on milk yield and composition in dairy cows. *J. agric. Sci.,* **88,** 79-94.

JOHNSON C.L., 1984. The effect of feeding in early lactation on feed intake, yields of milk, fat and protein and on live-weight change over one lactation cycle in dairy cows. *J. agric. Sci.,* **103,** 629-637.

JOURNET M., REMOND B., 1980. Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Lait,* **60,** 140-159.

LE DU Y.L.P., COMBELLAS J., HODGSON J., BAKER R.D., 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2. The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass Forage Sci.,* **34,** 249-260.

ROOK J.A., LINE C., ROWLAND S.J., 1960. The effect of the plane of energy nutrition of the cow during the late winter-feeding period on the changes in the solids-not-fat content of milk during the spring-grazing period. *J. Dairy Res.,* **27,** 427-433.

REARTE D.H., KESLER E.M., HARGROVE G.L., 1986. Response by dairy cows to hay supplement with early spring grazing or to delay in turning to pasture. *J. Dairy Sci.,* **69,** 1366-1373.

SEEBECK R.M., 1973. The effect of body weight loss on the composition of Brahman cross and Africander cross steers. I. Empty body weight dressed carcass weight and offall components. *J. agric. Sci.,* **80,** 201-210.

STEEN R.W.J., GORDON F.J., 1980a. The effect of level and system of concentrate allocation to January / February calving cows on total lactation performance. *Anim. Prod.,* **30,** 39-51.

STEEN R.W.J., GORDON F.J., 1980b. The effect of type of silage and level of concentrate supplementation offered during early lactation on total lactation performance of January / February calving cows. *Anim. Prod.,* **30,** 341-354.

VERITE R., JOURNET M., REMOND B., 1979. Energy supplementation of maize silage rations for dairy cows. In *Production and utilization of the maize crop.* E.S. Bunting éd., Hereward et Stourdale Press.

VIGNON B., LAURENT F., JOURNET M., 1978. Variations de la teneur en azote non protéique et en urée du lait à la mise à l'herbe des vaches laitières. *Ann. Zootech.,* **27,** 303-315.

ÉGALEMENT PARUS A L'I.N.R.A.

LA VACHE LAITIÈRE
Aspects génétiques, alimentaires, pathologiques
IXe journées du « GRENIER DE THEIX »
M. JOURNET, A. HODEN : Coordonnateurs
344 p. 16 × 24, 1981, 97 F.
I.S.B.N. : 2-85340 -194-4

ALIMENTATION DES RUMINANTS
Principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants.
Besoins alimentaires des animaux et valeur nutritive des aliments
Sous la direction de R. JARRIGE
622 p, 16 × 24, 2e édition, relié, 1980, 179 F
I.S.B.N. : 2-85340-288-6

PRÉVISION DE LA VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS DES RUMINANTS
Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages.
XIe journées du « GRENIER DE THEIX »
C. DEMARQUILLY, coordonnateur
594 p, 16 × 24, relié, 1981, 332 F
I.S.B.N. : 2-85340-075-0

DIFFUSION

INRA
Service des Publications
Route de St-Cyr
78000 VERSAILLES

TECHNIQUE ET DOCUMENTATION
LAVOISIER
11, rue Lavoisier
75384 PARIS Cedex 08

novembre 1986

ECONOMIE DE LA PRODUCTION LAITIERE

P. Cordonnier

INRA

Lavoisier
TEC & DOC

ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION LAITIÈRE

Coedition Technique et Documentation — INRA

L'exploitation laitière se transforme profondément. L'exploitation laitière est en crise. Ces deux réalités résument les difficultés de produire du lait aujourd'hui. D'un côté, un producteur fait l'apprentissage d'un nouveau métier : nouveau savoir technique, nouvelle gestion économique. De l'autre le même producteur est placé sous surveillance et menacé de sanctions économiques. On lui demande de cesser de produire trop. Ces deux réalités doivent être abordées avec lucidité, l'explication venant d'une analyse des faits au plan français et européen et d'une connaissance approfondie des mécanismes de la production dans l'exploitation laitière.

Dans ce livre l'auteur vise précisément ce double objectif :

- analyser les tendances lourdes à la spécialisation, à l'intensification et aux délocalisations de la production laitière qui se sont manifestées inégalement dans les différents pays et régions de la Communauté pour amener une rénovation du secteur laitier en même temps qu'une expansion importante et inquiétante de la production.
- analyser le fonctionnement technico-économique de l'atelier laitier. Les bases mêmes de la combinaison productive nouvelle sont appelées à être totalement modifiées. La survie de l'atelier passe par un agrandissement de sa dimension économique : autant de travail mais d'une autre nature, plus de terre, beaucoup plus de capital, beaucoup plus de lait, de plus petits gains à l'unité produite, des revenus globalement améliorés. Pourtant la voie est étroite parce que d'une part les exploitations mutantes ont recours largement au crédit dans les premières années de leur réorganisation et parce que d'autre part les erreurs de pilotage coûtent très cher que ce soit en matière d'amélioration du potentiel génétique, de renouvellement, de reproduction, de surveillance sanitaire et surtout d'alimentation. L'exploitation laitière est un ensemble complexe dont il faut contrôler strictement toutes les parties. En particulier, le choix du niveau d'intensité en relation avec le choix du système d'alimentation (système fourrager et complémentation) est déterminant pour la réussite de l'activité laitière. Or les options dans ce domaine sont nombreuses. Il convient de les adapter aux conditions particulières de l'exploitation et de son environnement économique.

En cette matière importante de l'alimentation il faut se méfier des schémas trop généraux et surtout se garder de faire un raisonnement au niveau de la vache et non au niveau du système de production considéré dans son ensemble.

Aussi bien la notion de système domine dans l'analyse développée dans cet ouvrage utile autant aux étudiants, pour une appréhension des mécanismes d'une production complexe par les multiples relations techniques et économiques qu'elle met en jeu, qu'aux producteurs eux-mêmes dans la situation critique où ils sont placés aujourd'hui et pour les décisions qu'ils ont à prendre. Dans la mesure où un maintien de la production est possible et recherché, certaines lignes d'action peuvent être définies. Les marges de progrès économique résultant de progrès techniques sont encore grandes que ce soit avec ou sans dépassement du volume antérieur de la production.

En production laitière, l'expérience a montré que la compétence, le goût et la nécessité de produire pouvaient s'adapter à des situations difficiles avant de donner à l'atelier une assise consolidée. Dans tous les cas, la qualité de la gestion technique et économique sera dans l'avenir plus déterminante que l'avantage conféré par la structure d'exploitation pour assurer la continuité et le développement de l'activité laitière.

P. CORDONNIER, *Directeur de Recherches INRA, Centre de Grignon, professeur d'économie de la production agricole à l'I.A.M., l'I.H.E.D.R.E.A et l'E.S.I.T.P.A.*

224 p. 15,5 × 24
Nombreuses figures et tableaux
1986 **135 F**
ISBN 2-85206 355-7 (Tec & Doc)
2-85340-800-0 (INRA)

Sommaire

INTRODUCTION

LES MUTATIONS DE L'ÉLEVAGE LAITIER ■ *Substitution du capital au travail* ■ *Substitution de l'affouragement libre aux techniques manuelles d'alimentation rationnée* ■ *Substitution de cultures fourragères assolées à la prairie permanente et substitution de formes d'exploitation intensive de la prairie naturelle aux pratiques traditionnelles de cueillette de l'herbe* ■ *Substitution de vaches à potentiel génétique élevé aux vaches du cheptel de souche traditionnel* ■ *Substitution des techniques de valorisation intensive du potentiel productif aux techniques traditionnelles de sous-exploitation des ressources.*

LES TRANSFORMATIONS DE L'UNITÉ DE PRODUCTION LAITIÈRE ■ *Spécialisation, intensification et délocalisation de la production dans le cadre d'ateliers nouveaux* ■ *Coût de production et intensification de la production* ■ *Coût de production et dimension économique de l'atelier.*

SITUATION EN FRANCE

VOCATION ET DYNAMIQUE LAITIÈRES SELON LES RÉGIONS ■ *Evolution des effectifs* ■ *Evolution des productivités* ■ *Evolution de la production.*

STRUCTURE D'EXPLOITATION, SPÉCIALISATION ET INTENSIFICATION LAITIÈRES ■ *Spécialisation et structure* ■ *Spécialisation régionale* ■ *Spécialisation et intensité de la production.*

LES GRANDES RÉGIONS DE PRODUCTION BOVINE ET LAITIÈRE ■ *L'Ouest* ■ *Le Nord-Ouest* ■ *Le Nord-Est* ■ *Les Régions montagneuses à l'Est* ■ *Le Massif Central* ■ *Le Sud-Ouest et Poitou-Charentes.*

LA PRODUCTION LAITIÈRE EN EUROPE

POTENTIALITÉS - ORIENTATION PRODUCTIVE

SPÉCIALISATION ET DIMENSIONNEMENT ÉCONOMIQUE DES EXPLOITATIONS

INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION ET PERFORMANCES TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES

CRISE LAITIÈRE ET QUOTAS

L'ANALYSE DE L'ATELIER LAITIER

LES PRINCIPAUX CRITÈRES DE FONCTIONNEMENT DE L'ATELIER ■ *Composition* ■ *Evolution* ■ *Reproduction* ■ *Alimentation* ■ *Production* ■ *Valorisation des surfaces fourragères.*

L'ANALYSE DE LA COMBINAISON PRODUCTIVE LAITIÈRE À PARTIR DES CRITÈRES ■ *L'analyse de groupe* ■ *L'analyse isolée de l'atelier* ■ *Systèmes fourragers* ■ *Systèmes de production, critères de résultat et de coût.*

SYSTÈMES DE PRODUCTION ET INTENSIFICATION LAITIÈRE

INTENSIFICATION LAITIÈRE ET STRUCTURE DE L'EXPLOITATION ■ *Intensification laitière dans l'exploitation de 30 hectares, dans l'exploitation de 60 hectares.*

INTENSIFICATION LAITIÈRE ET RÉDUCTION DE CONSOMMATION DES FOURRAGES GROSSIERS

INTENSIFICATION LAITIÈRE CONDUITE PARALLÈLEMENT À UNE PRODUCTION D'ALIMENTS CONCENTRÉS SUR L'EXPLOITATION

LES DIFFÉRENTS STADES DE L'INTENSIFICATION

L'ANALYSE COMPARÉE DE DEUX STADES D'INTENSIFICATION PRIVILÉGIANT, L'UN, UNE AUTONOMIE RELATIVE DU SYSTÈME ET L'AUTRE, UNE OUVERTURE LARGE SUR LE MARCHÉ DES ALIMENTS (OUEST FRANÇAIS - SUD DES PAYS-BAS)

CONTINGENTEMENT DE LA PRODUCTION ET INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DU PRODUCTEUR LAITIER ■ *Les options techniques d'une réduction de la production* ■ *Les options techniques d'une amélioration des résultats économiques.*

Conclusions

Bibliographie

Annexes

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 31-35

Utilisation de foins humides traités à l'ammoniac par des génisses

J.P. DULPHY*, J. BONY**, J. ROUEL** et J.M. GIRAUD***

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire des Aliments, 63122 Ceyrat*
*** Domaine d'Orcival, Le Roc - 63210 Rochefort-Montagne*
**** Domaine de Laqueuille, Les Razats, 63820 Laqueuille*

La conservation des foins humides pose encore de nombreux problèmes non résolus (DULPHY *et al.*, 1986). C'est pourquoi, depuis plusieurs années, nous cherchons à évaluer l'intérêt du recours au gaz ammoniac comme conservateur. En même temps que sur des vaches laitières (DULPHY, ROUEL et BONY, 1985), nous avons donc poursuivi l'étude des foins humides traités à l'ammoniac sur des génisses Holstein âgées de 1 an. Un premier essai a eu pour objectif simplement d'évaluer la valeur d'un foin humide traité par comparaison au même foin récolté sec et non traité. Dans un second essai, compte tenu des problèmes posés par le traitement au niveau de la valeur azotée de ces foins, on a recherché la meilleure complémentation azotée du seul foin traité.

Conditions expérimentales

Préparation des fourrages

En 1983 (essai I) une prairie naturelle (1er cycle) du domaine INRA de Laqueuille a été fauchée au début du mois de juillet. Une partie du fourrage a été récoltée deux jours plus tard, après une fenaison incomplète. Ce fourrage, ayant une humidité de 35 p.100, a été réparti en 3 tas de 5 tonnes. Dans chaque tas de foin humide, enfermé hermétiquement sous une bâche de polyéthylène, on a injecté, en une seule fois, 30 kg d'ammoniac par tonne de matière brute. Les tas sont restés tels quels durant toute la belle saison et ont été découverts quelques jours avant leur distribution aux animaux. L'autre partie du fourrage, restée sur le champ, a été fanée et rentrée le lendemain, sous forme de foin sec (témoin).

En 1985 (essai II) une prairie naturelle (1er cycle) du domaine INRA d'Orcival a été fauchée au début du mois de juillet également. La majeure partie a été préparée comme dans l'essai I, mais avec seulement 20 kg d'ammoniac, injecté en une fois, par tonne de matière brute. Seule une petite partie du fourrage a été récoltée sous forme de foin sec. La température moyenne du foin traité, après un pic de courte durée à 75° C, s'est maintenue à 50° C en moyenne pendant plusieurs jours puis a diminué régulièrement pour se stabiliser vers 30-35° C au bout de 15 jours, c'est-à-dire au niveau de la température extérieure journalière.

Rationnement des génisses

Les principales conditions expérimentales figurent dans le tableau 1. Les essais se sont déroulés en hiver sur des génisses de race laitière âgées de 10 à 15 mois. Les fourrages expérimentaux ont toujours été distribués à volonté. Dans l'essai I, le foin sec a été distribué sans concentré ou avec 1,5 kg / jour / animal de pulpe de betterave déshydratée. Avec ce deuxième régime, nous avions pour objectif d'obtenir un gain de poids identique à celui des animaux recevant le foin humide seul. Cela n'a pas été le cas et, parce que le gain de poids des génisses recevant le foin traité était beaucoup plus faible que prévu, il a fallu distribuer à ces génisses, à partir de la 6ème semaine expérimentale, 1,3 kg de concentré à 18 p.100 de MAT. Les animaux expérimentaux ont été inséminés peu après le début de l'essai ; c'est pourquoi ils ont tous reçu, en plus, 2 kg d'orge par jour pendant 2 semaines après leur insémination. Dans l'essai II, nous avons distribué à toutes les génisses 1,6 kg de concentré / jour, ceci pour tenir compte des résultats de l'essai I et pour ne pas avoir de problèmes de toxicité comme nous en avions eu par ailleurs en voulant distribuer des foins humides traités seuls. L'objectif de cet essai, dont la période expérimentale a duré 10 semaines, était la recherche de la meilleure complémentation azotée du foin traité. C'est pourquoi nous avons comparé 3 niveaux d'apport de tourteau tanné (soja + colza) dans le concentré : 0, 250 et 500 g / j / animal.

TABLEAU 1

Conditions expérimentales

	Essai I 1983 - 1984 LAQUEUILLE			Essai II 1985 - 1986 ORCIVAL		
Régimes et lots	I	II	III	Foin humide traité		
					I	II
	Foin sec	Foin sec + 1,5 kg par jour de pulpe déshydratée	Foin humide traité sans concentré puis avec 1,3 kg/j de concentré à 18 % MAT	+ pulpe (kg/j)	1,60	1,35
				+ tourteau tanné (kg/j)	0	0,25
Rationnement	- Foins à volonté - 2 kg d'orge/j pendant 2 semaines après l'insémination pour chaque génisse - CMV pour couvrir les besoins			- Foin à volonté - CMV pour couvrir les besoins		
Animaux	- 10 génisses/lot pesant 330 kg en début d'essai			- 6 génisses/lot pesant 320 kg en début d'essai		
Durée de l'essai (semaines) :	18			17		
Pré-expérience/transition/ expérience/post-expérience (semaines)	2/2/12/2			2/2/10/3		
Mesures	- Quantités ingérées par lot 4 jours/semaine - Pesées individuelles des animaux toutes les 2 à 4 semaines			- Quantités ingérées individuelles 4 jours/semaine - Pesées individuelles des animaux toutes les 2 à 4 semaines		

TABLEAU 2

Composition chimique et valeur alimentaire des fourrages étudiés mesurée sur moutons

	Essai I 1983 - 1984		Essai II 1985 - 1986	
	Foin sec	Foin traité	Foin sec	Foin traité
Composition chimique				
Teneur en MS (%)				
- récolte	78,0	64,8	82,8	65,1
- distribution	85,2	68,7	86,7	75,2
MAT (g/kg MS)	137	255	112	227
MM (g/kg MS)	70	78	81	88
CB (g/kg MS)	321	321	-	-
Valeur alimentaire				
. Ingestibilité (g MS/kg $p^{0,75}$)	47,1	64,1	58,2	52,6 (+ 11.1)*
. Digestibilité de la MO (%)	58,2	59,5	59,8	64,4**
UFL/ kg de MS	0,66	0,68	0,67	0,74
. Valeur azotée				
MAND (g/kg MS)	50	146	50	113
MAD (g/kg MS)	87	109	62	114
PDIN*** (g/kg MS)	85	97	69	98
PDIE*** (g/kg MS)	82	82	74	77

* concentré ; ** calculé pour le foin seul ; *** pour les foins traités estimation d'après DULPHY, BOISSAU, LEBLANC (1984).

Le déroulement de ces deux essais a été identique : d'abord une période préexpérimentale de 2 semaines sur un même régime, puis la constitution de 3 lots d'animaux comparables, une période transitoire de 2 semaines pour passer aux régimes expérimentaux, la période expérimentale et une période post-expérimentale sur un même régime.

Mesure de la valeur alimentaire des fourrages

Dans chaque essai, les valeurs alimentaires des fourrages expérimentaux ont été déterminées sur moutons. Dans l'essai I, nous avons distribué le foin sec et le foin traité à un lot de 6 animaux maintenus en cage à métabolisme (dispositif en carré latin). Dans l'essai II, la valeur alimentaire du foin sec a aussi été déterminée, mais le foin traité a été distribué avec la pulpe et le tourteau. Dans ce cas les régimes étaient comparables à ceux des génisses et les quantités d'azote retenues par les moutons ont été mesurées.

Résultats

1. Composition chimique et valeur alimentaire des fourrages

A leur distribution les foins traités étaient relativement humides (31,3 et 24,8 p.100 d'humidité) mais bien conservés (pas de moisissures). Le traitement avait augmenté très fortement leur teneur en MAT (N × 6,25) qui était passé de 125 à 241 g/kg de MS (tabl. 2). Dans l'essai I, la digestibilité de la matière organique n'a pas augmenté après le traitement, alors qu'elle augmentait de 4,6 points dans l'essai II.

Après traitement, les teneurs en matières azotées non digestibles (MAND) ont été très élevées : 130 g/kg de MS en moyenne, contre 50 g avant. Par contre, les valeurs PDI données sont tout à fait indicatives puisqu'elles ont été calculées selon les propositions de DULPHY, BOISSAU et LEBLANC (1984). Ces propositions surestiment la valeur azotée vraie (BENAHMED et DULPHY, 1986). Ceci pourrait être particulièrement vrai pour les foins traités étudiés ici car les rétentions azotées ont été très basses (tabl. 3), malgré la distribution de concentré dans l'essai II.

2. Performances des génisses

Au début de l'essai (1ère période), les quantités ingérées de foin traité ont été plus faibles que celles du foin témoin et le gain de poids vif avec le foin traité a été presque nul en moyenne, mais très variable (écart-type très élevé) (tabl. 4). Par contre, après la distribution du concentré enrichi en MAT et apportant environ 250 g de tourteau par jour (2ème période), les génisses recevant le foin traité ont ingéré autant de fourrage que celles recevant le foin sec (en moyenne 1,89 p.100 du poids vif) et ont eu un gain de poids vif comparable, égal à 836 g/j en moyenne avec 1,1 - 1,3 kg de MS de concentré. Dans l'essai II, le foin traité a été ingéré en même quantité par les différents lots d'animaux, à un niveau cependant assez peu élevé (1,84 p.100 du poids vif), probablement à cause de l'apport de concentré. Les gains de poids vif ont été élevés et il n'y a pas eu d'écarts significatifs selon les lots (moyenne de 870 g/j).

Discussion - Conclusion

Ces deux nouveaux essais confirment donc qu'il est possible de conserver correctement des foins très humides en les plaçant dans une enceinte hermétique et en les traitant avec 2 p.100 d'ammoniac, ce qui rejoint les conclusions de DULPHY *et al.* (1986). Mais distribués seuls à des génisses, les foins traités posent de gros problèmes : gain de poids négligeable dans l'essai I en 1983, intoxication de tous les animaux et mort d'une génisse dans un essai de 1984 non rapporté ici. Il semble cependant qu'avec un apport de 1 à 2 kg de concentré par jour ces problèmes disparaissent. Nous incitons donc les éleveurs à être prudents et recommandons toujours de distribuer le foin traité avec du foin sec, comme nous l'avions fait pour les vaches laitières (DULPHY, ROUEL et BONY, 1985).

Bien que la dose d'ammoniac ait été plus élevée dans l'essai I que dans l'essai II, c'est dans ce second essai que la digestibilité du foin a été la plus augmentée. Cela pourrait s'expliquer par une très bonne ingestibilité du foin traité dans l'essai I qui pourrait avoir limité l'augmentation de la digestibilité, cependant les digestibilités cellulasiques faites par ailleurs sont bien comparables. Dans l'essai II, on pourrait avoir eu un effet positif de

TABLEAU 3

Bilans azotés effectués sur moutons

	Essai I		Essai II		
en g/jour	Foin sec	Foin traité	+ 250 g pulpe	Foin traité + 210 g pulpe 40 g T.T.	+ 170 g pulpe 80 g T.T.
N ingéré	23,9	61,6	41,6	44,8	44,8
N fécal	8,7	34,8	20,6	20,0	18,9
N urinaire	10,1	24,0	22,4	23,6	23,7
N retenu	+ 5,04[a] (± 3,8)	+ 2,75[a]	- 1,42[a]	+ 1,16[a] (± 2,3)	+ 2,13[a]

l'apport de concentré avec le foin traité. Ces explications ne sont pas satisfaisantes, mais il est vrai que l'effet du traitement à l'ammoniac sur la digestibilité des foins est variable et mal expliqué (DULPHY et BENAHMED, 1986). L'effet du traitement à l'ammoniac sur la teneur en matières azotées non digestibles a été particulièrement élevé dans l'essai I (foin C de la publication de BENAHMED et DULPHY, 1986) dans lequel on a à la fois une forte dose d'ammoniac et une teneur élevée du foin en eau. Il est également élevé pour l'essai II puisque, en moyenne, pour des foins humides, BENAHMED et DULPHY (1986) trouvent seulement une augmentation des MAND de 54 g/kg MS. Compte tenu de l'augmentation des quantités de foin ingérées par les moutons et de la baisse de la rétention azotée, il est certain que la valeur azotée du foin traité de l'essai I a été bien plus faible que celle du foin témoin, ce qui expliquerait les gains de poids très faibles des génisses en 1ère période. Cette baisse a dû être moins prononcée dans l'essai II, mais nous n'avons pas dans ce cas comparé les bilans azotés entre le foin témoin et le foin traité seul. Pour cet essai II, la rétention azotée sur moutons a été, logiquement, améliorée par l'apport de tourteau.

Globalement, avec l'apport de 1,5 kg de concentré environ, les gains de poids des génisses ont été élevés. Ceci peut s'expliquer par le fait que les rations à base de foin traité ou non (essai I), étaient relativement riches en énergie et que le problème de la faible valeur azotée observée pour les foins traités a moins d'incidence sur des animaux en croissance que sur des vaches laitières à besoins azotés élevés. Les génisses ont cependant réagi différemment selon l'essai.

Le premier essai a été conduit avec un foin traité dont la valeur azotée a été très affectée par le traitement. Dans ce cas, la valorisation correcte du foin traité a exigé un apport de concentré à la fois riche en énergie et en protéines protégées.

Le second essai, conduit avec un foin traité probablement moins affecté par le traitement, a montré que l'aliment complémentaire pouvait être seulement riche en énergie, car avec le type d'animal utilisé, l'apport de tourteau n'a eu qu'un effet négligeable. *A priori* le problème pratique de la complémentation des foins traités pour les génisses n'est pas résolu avec ces deux essais car il aurait fallu tester d'autres combinaisons foin traité + concentré et disposer de plus de foins traités compte tenu de la variabilité de l'effet du traitement. La complémentation azotée de ces foins sera donc toujours relativement empirique tant qu'on ne saura pas évaluer à l'avance leur valeur azotée. Il est possible cependant que dans beaucoup de cas le fait d'apporter dans la ration un aliment qui stimule l'activité cellulolytique et la microflore du rumen sera un élément positif, par le biais d'une augmentation des PDIM provenant du foin traité (BENAHMED et DULPHY, 1985). Seuls quelques foins devront ensuite être complémentés en protéines protégées.

Avec les deux essais présentés ici nous disposons donc de 4 essais effectués en vraie grandeur sur bovins (DULPHY, ROUEL et BONY, 1985). Ces essais complètent ceux effectués par ZWAENEPOEL (1986) et/ou par DULPHY *et al.* (1986). Sans résoudre tous les problèmes posés par la conservation et l'utilisation des foins humides nous disposons maintenant de renseignements suffisants pour conseiller les éleveurs :

- le foin humide (éviter plus de 35 p.100 d'humidité) doit être traité en une fois avec 20 kg d'ammoniac par tonne de matière brute et découvert seulement quelques jours avant la distribution aux animaux ;

- le foin traité doit être distribué avec un foin non traité (nous conseillons 50 p.100 de la ration, bien que cette valeur ne soit pas définie précisément), ou avec un aliment concentré (15-20 p.100 de la ration) favorisant l'activité cellulolytique de la microflore et apportant un peu de tourteau, tanné si possible. Une transition devra être effectuée avec prudence.

Nous n'avons expérimenté qu'avec des foins de montagne, riches en MAT. Il est évident que certaines conclusions de nos

TABLEAU 4

Quantités ingérées et performances des génisses

	Essai I						Essai II		
	1ère période - 5 semaines			2ème période - 7 semaines			Foin traité		
	Foin sec	Foin sec	Foin traité	Foin sec	Foin sec	Foin traité	+ pulpe	+ pulpe + tourteau	+ pulpe + tourteau
Lot	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Quantités ingérées (kg de MS/j)	7,21	6,15	6,69	8,33	7,33	7,30	$6,44^a$ ± 0,48	$6,46^a$ ± 0,42	$6,50^a$ ± 0,37
. foin									
. orge	0,70	0,70	0,70	-	-	-	-	-	-
. pulpe	0	1,3	0	0	1,3	0	1,43	1,21	1,00
. concentré 18 % MAT	-	-	-	0	0	1,12	-	-	-
. tourteau tanné	-	-	-	-	-	-	0	0,21	0,43
Total	7,91	8,15	7,39	8,33	8,63	8,42	7,87	7,67	7,93
Poids vif moyen (kg) durant la période expérimentale	362	361	352	392	398	375	347	353	353
Gain de poids vif (g/jour) durant la période expérimentale	525^a ± 204	825^b ± 202	63^c ± 325	792^a ± 123	782^a ± 182	890^a ± 152	838^a ± 84	869^a ± 179	903^a ± 172

études seront différentes pour les foins de plaine du premier cycle, pauvres en MAT. Dans ce cas, le traitement pour la conservation devrait peu modifier la valeur azotée. Il pourrait même l'augmenter (BENAHMED et DULPHY, 1986), ce qui serait intéressant à vérifier sur des animaux en croissance. L'ammoniac jouerait alors à la fois le rôle d'agent conservateur et d'agent améliorateur de la valeur azotée, ce qui lui donnerait d'autant plus d'intérêt. Il est probable cependant que la technique étudiée ne se développera pas ou peu (DULPHY *et al.*, 1986) pour des raisons diverses (mise en œuvre parfois difficile) et en particulier économiques (coût élevé). L'éleveur dispose en effet de nombreuses possibilités, soit pour préparer des foins secs (ventilation, coupe retardée, déprimage, coupe précoce en ensilage puis regain, etc...), soit pour améliorer à prix relativement bas des rations à base de foins récoltés dans de mauvaises conditions (compléments sous forme de concentrés riches en azote, de sous-produits, etc...). Les études conduites sur l'ammoniac, malgré des résultats parfois encourageants, auront montré, en définitive, que le problème de la conservation des foins humides n'est toujours pas vraiment résolu.

Références bibliographiques

BENAHMED H., DULPHY J.P., 1985. Note sur la valeur azotée de fourrages pauvres traités par l'urée ou l'ammoniac. *Ann. Zootech.*, **34,** 335-346.

BENAHMED H., DULPHY J.P., 1986. Influence du traitement des foins à l'ammoniac sur leur valeur azotée appréciée par la méthode des bilans azotés. *Ann. Zootech.* (en préparation).

DULPHY J.P., ROUEL J., BONY J., 1985. Utilisation de foins humides traités à l'ammoniac par des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **62,** 19-25.

DULPHY J.P., ZWAENEPOEL P., PELHATE J., L'HOTELIER L., BOISSAU J.M., BONY J., ROUEL J., 1986. La conservation des foins humides : étude de différents conservateurs et conséquences de leur utilisation sur la valeur alimentaire. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **65,** 17-23.

ZWAENEPOEL Ph., 1986. *Biodétériorations et conservation des foins humides.* Thèse de Docteur-Ingénieur. Université de Clermont-Ferrand. 214 p.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 37-41

Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellules adipeuses

J. ROBELIN et J. AGABRIEL (1)
avec la collaboration de Christiane BARBOIRON, R. JAILLER, G. CUYLLE et G. MOINS
INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Production de Viande, 63122 Ceyrat

Les proportions de muscles et de squelette varient dans des limites assez étroites chez le bovin en croissance comme chez l'adulte. En revanche, celle des tissus adipeux est très variable selon le stade physiologique des animaux, stade de développement chez le bovin en croissance, gestation et / ou lactation chez la vache adulte.

Ainsi, le pourcentage de dépôts adipeux s'accroît de 5 p.100 du poids vif vide, chez le veau nouveau-né, à 15-25 p.100 selon la race et le sexe chez le bovin adulte (ROBELIN, 1986). Cet accroissement est régulier chez l'animal continuellement bien alimenté. En revanche, cette évolution peut être considérablement ralentie durant les périodes de restriction alimentaire ou accélérée au cours des périodes d'alimentation à volonté. Cette succession de périodes de croissance rapide et de paliers correspond à la courbe de croissance de la plupart des bovins bénéficiant d'une alimentation libérale à base d'herbe très digestible, durant la première moitié de la saison de pâturage, et subissant une pénurie plus ou moins accentuée à la fin de l'été et pendant l'hiver. C'est sur ce schéma que sont basés les différents systèmes de production de viande de bovins âgés, bœufs ou taureaux.

Les fluctuations de l'adiposité sont également très importantes chez la vache adulte. De 20 à 25 p.100 du poids vif vide chez la vache laitière Pie Noire après vêlage, le pourcentage de dépôts adipeux peut décroître jusqu'à moins de 10 p.100 en quelques semaines de lactation. On peut observer les mêmes fluctuations chez les vaches taries de cette race mises à l'engraissement (CHILLIARD et ROBELIN, 1985). L'adiposité pourrait varier dans des limites un peu moins larges chez les femelles des races à viande, Charolaise ou Limousine (AGABRIEL, ROBELIN et MALTERRE, résultats non publiés).

(1) En dehors des résultats obtenus par les auteurs, ont été rassemblés dans cet article ceux obtenus par D. MICOL, Y. GEAY, C. MALTERRE, Y. CHILLIARD, B. REMOND et P. BERGE au cours de différentes expérimentations.

Ces variations importantes montrent qu'il est nécessaire d'apprécier l'état d'adiposité *in vivo,* afin de définir les méthodes de conduite et / ou d'alimentation, en fonction des objectifs de production recherchés (gestation, production de lait ou de viande).

La méthode d'appréciation, la plus utilisée et la plus simple, est celle qui repose sur la notation de l'état corporel à partir des maniements ; on apprécie par palpation manuelle l'importance des dépôts de « couverture » en différents sites : flancs, base de la queue, panoufle. La base de cette notation est difficile à décrire de façon très précise. Cette méthode demande donc un apprentissage assez long. Par ailleurs, il est nécessaire de faire effectuer cette notation simultanément par plusieurs experts afin de réduire la variabilité. Enfin, même si la répétabilité dans le temps peut-être satisfaisante dans un délai assez court, elle est certainement moins bonne à l'échelle d'une période expérimentale de quelques mois. Il est probable qu'il existe aussi des différences d'appréciation entre races, en relation avec les différences de répartition des dépôts adipeux. Cependant, cette méthode demeurera la plus usitée pour des raisons évidentes de coût. On trouvera une analyse détaillée de ses avantages et de ses limites dans ce bulletin (cf. article de J. AGABRIEL).

Nous avons mis au point sur agneaux puis sur bovins (ROBELIN, 1976 et 1981) une méthode plus précise d'estimation des lipides coporels, à partir de la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde. Cette mesure, sans inconvénient pour la santé des animaux ni celle de l'homme qui consomme la viande, permet de déterminer l'eau corporelle totale et les lipides ; on peut estimer le pourcentage de lipides dans le poids vif vide avec une erreur de l'ordre de 1,5 p.100 du poids vif vide. Cette bonne précision est malheureusement accompagnée par un coût très élevé, de l'ordre de 2,5 francs par kg de poids vif. Dans le cas des gros animaux tels que les bovins, cette mesure doit être réservée à des expérimentations très précises limitées à un nombre d'animaux peu élevé.

Entre ces deux méthodes extrêmes, l'estimation de l'adiposité grâce à la mesure du diamètre des cellules des tissus adipeux (adipocytes) peut constituer une solution pour des effectifs plus nombreux et une précision assez bonne. Depuis 10 ans environ que nous effectuons ce type de mesure à l'occasion des expérimentations conduites dans différents Laboratoires à Theix (1), nous avons enregistré plus de 270 résultats comparatifs entre le diamètre des adipocytes et le poids des dépôts adipeux totaux mesuré ou estimé à partir de la composition de la 11ème côte, après abattage. Cet article a pour but de proposer des équations d'estimation adaptées à chaque type d'animal étudié, mâles en croissance et vaches adultes des races Charolaise, Limousine, Salers et Pie Noire.

I. Principe de la méthode

L'accroissement du poids des dépôts adipeux chez les bovins au cours du développement postnatal est dû pour une part importante (80 p.100) à l'accroissement du volume des adipocytes (hypertrophie). L'augmentation du nombre des cellules ne rend compte que de 20 p.100 de la croissance des tissus adipeux. De même chez la vache adulte, les fluctuations des réserves adipeuses correspondent uniquement à des changements dans la taille des adipocytes. Il est donc logique que cette dernière soit un bon critère d'estimation de l'adiposité.

Le seul dépôt, facile à prélever chez l'animal vivant, est le tissu sous-cutané ; c'est celui que nous avons retenu. Ce choix est d'ailleurs conforté par le fait que le dépôt de « couverture » est un bon reflet de l'état d'adiposité global des animaux : il s'accroît et/ou est mobilisé plus rapidement que la moyenne des autres dépôts.

II. Description de la méthode

Cette description succincte n'est destinée qu'à préciser l'environnement technique nécessaire à la mise en œuvre de la méthode. Un protocole plus détaillé peut être envoyé sur simple demande aux auteurs.

1. Prélèvement de l'échantillon

On prélève un échantillon de dépôts adipeux sous-cutané au niveau de la croupe, entre la base de la queue et la pointe de l'ischyon (fig. 1). Ce site a été choisi car c'est un des seuls où l'on puisse prélever un tel échantillon chez l'animal très maigre et parce qu'il permet un prélèvement en toute sécurité sur un animal maintenu dans un couloir de contention.

Après avoir tondu la région du prélèvement, on la lave énergiquement avec un détergent et on la stérilise avec un antiseptique (alcool iodé, par exemple). On pratique une anesthésie locale avec 5 ml de procaïne, on fait une incision de 1 à 2 cm avec un bistouri, on prélève un échantillon d'un gramme environ avec des pinces à crochets et enfin, on pulvérise abondamment la plaie avec un antiseptique en aérosol. La cicatrisation se produit en moins de 24 heures sans qu'il y ait besoin de recoudre. Précisons que nous n'avons jamais enregistré de complication infectieuse.

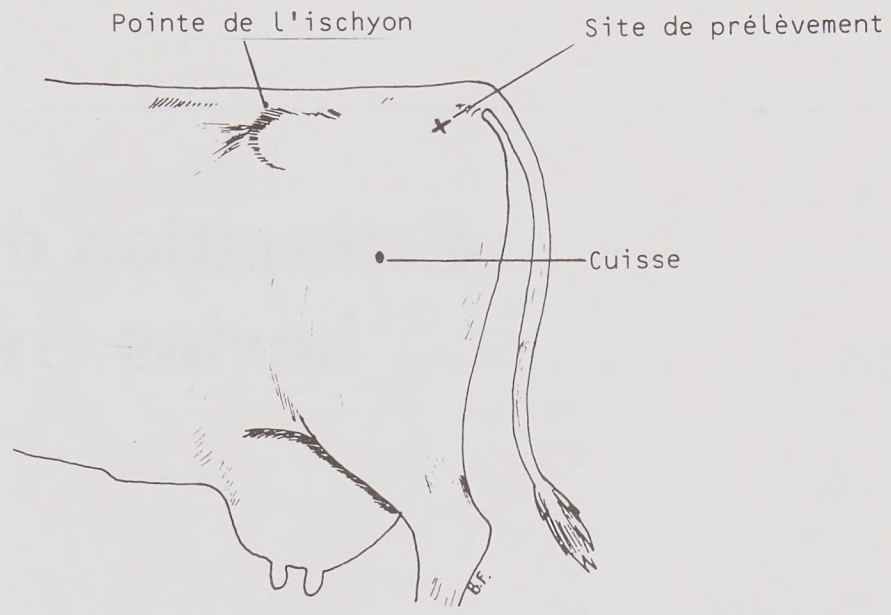


FIG. 1 : *Site de prélèvement de l'échantillon de dépôt adipeux*

2. Fixation des cellules

L'échantillon ainsi prélevé est plongé immédiatement dans un tube contenant un liquide physiologique (Tirode) maintenu à 39° C dans un bain-marie. Ce dernier peut-être constitué d'un simple bac en polystyrène contenant de l'eau chaude.

Dans un délai assez court, de l'ordre de la demi-heure, l'échantillon est transporté au laboratoire où il est découpé en morceaux et mis dans un nouveau tube contenant une solution de fixation. Cette solution contient 2 p.100 d'acide osmique (fixateur) dans un tampon bicarbonaté à pH 7,4 (Sorensen). Cette opération est réalisée à une température supérieure à 30° C dans une enceinte chauffée à l'aide d'une lampe à rayons infra-rouges. Les tubes contenant le fixateur et l'échantillon sont fermés hermétiquement (les vapeurs d'acide osmique sont très toxiques) et placés dans une enceinte maintenue à 39° C pendant 48 à 72 heures, temps nécessaire à la fixation. L'échantillon est alors retiré, lavé sur un tamis et dilacéré afin de dissocier les cellules fixées : les adipocytes apparaissent alors comme de minuscules billes noires (recouvertes et protégées par l'acide osmique). Ces cellules sont recueillies sur un filtre millipore (porosité de quelques microns) et photographiées sous le microscope (fig. 2). Le diamètre d'une centaine de cellules est mesuré sur la photographie, soit grâce à une simple règle graduée, soit à l'aide de système d'analyse d'image semi-automatique (table à digitaliser raccordée à un micro-ordinateur). On peut alors déterminer la répartition des cellules selon leur taille et le diamètre moyen pour chaque échantillon. On peut aussi déterminer ce diamètre moyen plus rapidement, par comparaison à une gamme de photographies « étalons» représentant des adipocytes de diamètres moyens différents (20, 30, 40 microns, etc...).

III. Relation entre le diamètre des adipocytes et l'adiposité

1. Caractéristiques des animaux étudiés

L'étude a rassemblé 166 bovins mâles, en cours ou en fin

(1) cf. note bas de la p. 37.

d'engraissement, et 96 vaches adultes de quatre races (Pie Noire, Salers, Charolaise et Limousine). Ces animaux ont été abattus au cours de différentes expérimentations. On a mesuré le poids de la carcasse, celui des dépôts adipeux du cinquième quartier et la composition de la 6ème ou de la 11ème côte, afin d'estimer le poids des dépôts adipeux de la carcasse à l'aide des équations publiées antérieurement (ROBELIN, GEAY et BERANGER, 1974 ; ROBELIN et GEAY, 1975). On a mesuré également le diamètre moyen des adipocytes du tissu adipeux caudal. Les caractéristiques moyennes (poids de carcasse, composition corporelle et cellularité) des différents groupes d'animaux sont rapportées au tableau 1. Ces données qui sont aussi en partie présentées sur la figure 3 ne sont destinées qu'à décrire la population d'animaux (moyenne et variance) et ne nécessitent pas de commentaire spécifique. Précisons cependant que les mâles étaient en majeure partie des jeunes bovins conduits en taurillons, en dehors des Salers (taureaux de 2 ans) et de quelques croisés Charolais × Aubrac (taureaux de 2 ans) regroupés avec les Charolais.

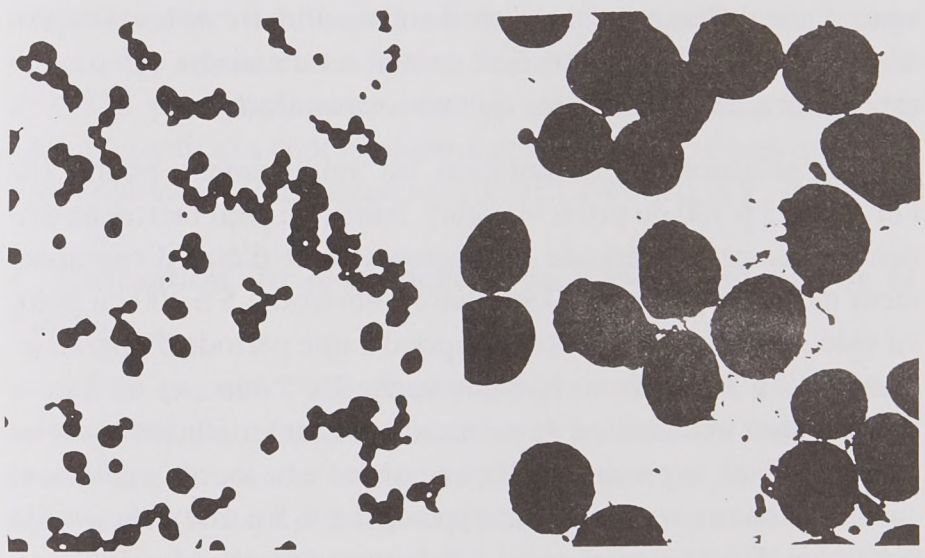


FIG. 2 : *Echantillons de cellules adipeuses de différents diamètres fixées à l'acide osmique, photographiés à même échelle.*

2. Analyse statistique des résultats

Nous avons étudié par analyse de covariance la relation entre le pourcentage de dépôts adipeux totaux dans le poids vif vide et le diamètre moyen des adipocytes. Nous avons tout d'abord effectué l'analyse sur l'ensemble des animaux en tenant compte des deux facteurs de variation (race et sexe). Les différences de pente importantes et très hautement significatives entre mâles et femelles, nous ont conduit à poursuivre l'analyse sur les deux groupes d'animaux séparément, afin de simplifier l'interprétation. Nous ne présentons que le résultat de cette seconde analyse.

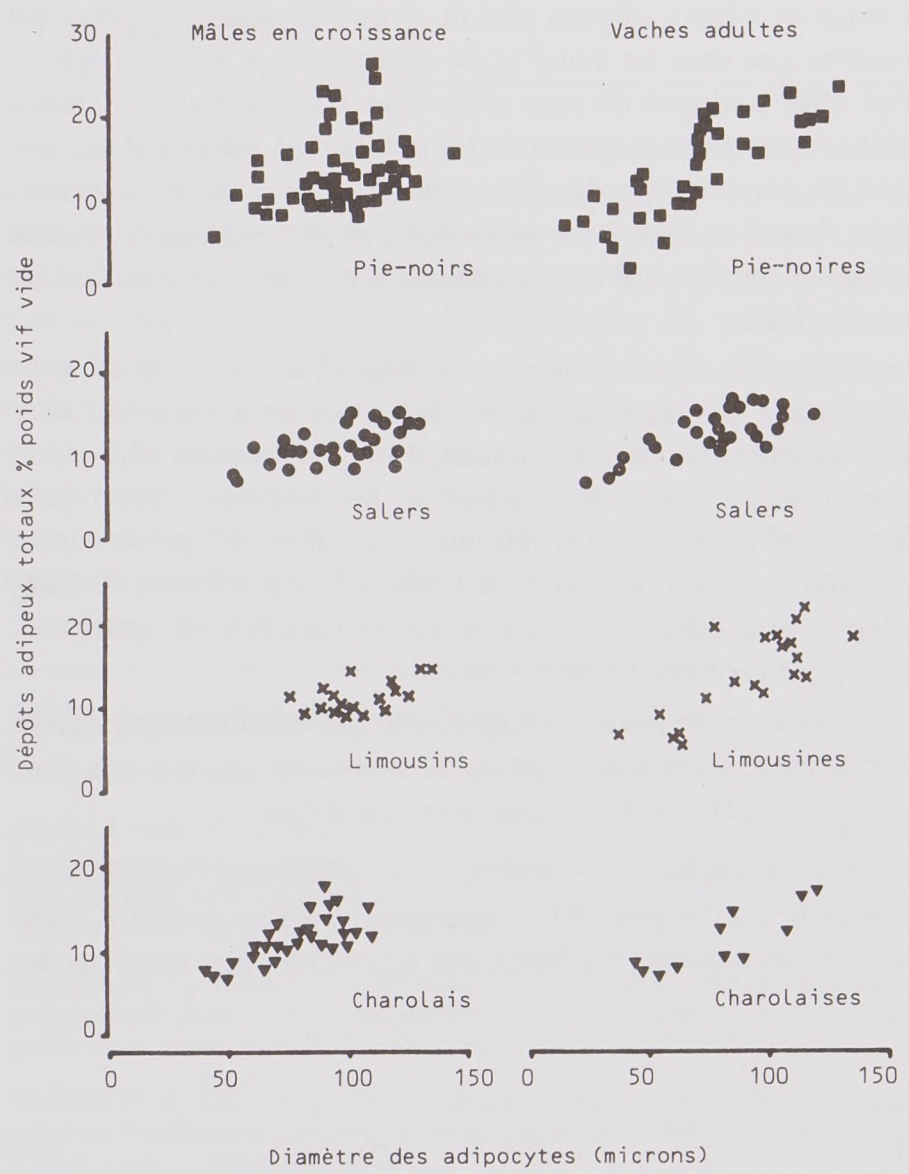


FIG. 3 : *Relation entre le diamètre des adipocytes des dépôts sous-cutanés et l'état d'engraissement chez des bovins mâles et femelles de différentes races*

TABLEAU 1

Composition corporelle des différents groupes de bovins étudiés
(moyennes et écart-type de la population)

Animaux	Nombre	P.V.Vide (kg)	Poids de carcasse (kg)	D.adipeux carcasse % carc.	Muscles carcasse % carc.	D.adipeux 5ème quart. % carc.	Diamètre adipocytes (microns)	D.adipeux totaux % P.V.vide
Mâles en croissance								
Pie-noirs	74	448±71	285±47	16,6±4,1	66,9±3,2	5,5±2,1	96±19	14,1±4,0
Salers	34	619±76	415±49	13,6±2,8	71,4±1,9	3,9±1,2	94±23	11,7±2,4
Charolais	39	528±137	362±98	13,7±2,9	71,8±2,8	3,5±0,9	79±18	11,8±2,4
Limousins	19	587±46	412±33	12,7±2,1	75,5±2,0	3,4±0,7	103±16	11,3±1,9
Vaches adultes								
Pie-noires	36	501±77	294±47	20,5±7,1	62,1±4,8	6,9±3,5	85±29	16,1±6,1
Salers	29	490±43	310±31	15,6±3,6	66,4±2,8	4,6±1,2	75±25	12,8±2,8
Charolaises	11	550±71	355±42	13,9±4,4	69,6±2,9	4,2±2,0	82±26	11,7±3,9
Limousines	20	517±64	341±39	15,4±5,8	69,5±4,2	5,7±2,6	92±25	13,8±5,3

3. Estimation du pourcentage de dépôts adipeux totaux

Les équations permettant d'estimer le pourcentage de dépôts adipeux totaux dans le poids vif vide (DAT % PVV) à partir du diamètre des adipocytes sont présentées au tableau 2.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la pente est beaucoup plus élevée chez les femelles que chez les mâles (0,144 contre 0,068). Cela signifie qu'à un même accroissement du diamètre de 10 microns par exemple, correspond une augmentation du pourcentage de dépôts adipeux plus de deux fois plus élevée chez les femelles que chez les mâles (1,44 contre 0,68 p.100). Il s'agit ici d'un effet conjugué du sexe et de l'âge physiologique (animaux adulte / animaux en croissance) ; ce résultat montre donc que chez les animaux qui déposent beaucoup de gras, un accroissement donné de l'adiposité se traduit par une augmentation plus faible des dépôts sous-cutanés ou, pour le moins, du diamètre de leurs cellules.

Comparés à même diamètre d'adipocytes, les femelles sont plus grasses que les mâles. Cette différence est assez importante pour un diamètre de 100 microns, 18,3 p.100 contre 14,3 p.100 respectivement chez les vaches et les taurillons Pie Noirs, 16,4 p.100 contre 12,1 p.100 chez les Salers, 15 p.100 contre 11 p.100 chez les Limousins, 14,3 contre 13,2 p.100 chez les Charolais. Cette différence entre mâles et femelles est quasiment nulle pour un diamètre de 50 microns.

L'analyse de covariance ne révèle pas de différences significatives entre races dans la pente de la relation ; nous avons donc adopté une pente unique quelle que soit la race.

En revanche, on observe des différences significatives d'ordonnée à l'origine. Ainsi, comparés à même diamètre d'adipocytes, les animaux Pie Noirs sont un peu plus gras que ceux des autres races. Pour un même diamètre de 50 microns, ils renferment 11 p.100 de dépôts adipeux contre 7 à 9 p.100 chez ceux (mâles ou femelles) des autres races. Pour un diamètre de 100 microns, les mâles Pie Noirs ont un pourcentage de gras de 14,3 p.100 contre 11 à 13 p.100 dans les autres races ; la différence est du même ordre de grandeur chez les vaches (18,3 p.100 chez les Pie Noires contre 14 à 16 p.100 chez les autres).

Toutes ces différences ne peuvent pas être interprétées de façon simple à partir de ces seuls résultats ; en effet, elles peuvent provenir de différences entre types d'animaux dans la répartition des dépôts adipeux (sous-cutanés et autres) et / ou de différences dans la croissance cellulaire de ces dépôts de couverture. Les différences de répartition des dépôts adipeux que nous avons bien étudiées sont en contradiction avec ces résultats ; en effet, les animaux Pie Noirs ont à même état d'engraissement un pourcentage de dépôts sous-cutanés plus élevé que les Charolais. Ils devraient logiquement avoir des adipocytes plus gros, ce qui n'est pas le cas. La différence entre Pie Noirs et Charolais pourrait donc provenir d'une différence dans la croissance cellulaire de leurs dépôts de couverture. Cependant, rien ne permet d'étendre cette explication aux autres différences que nous constatons.

La précision de l'estimation est relativement bonne (de l'ordre de 3 p.100 du poids vif vide). Ainsi, on peut mettre en évidence avec cette méthode un accroissement d'état d'engraissement moyen d'un lot de 10 animaux d'environ 2,5 p.100 du poids vif vide ; cet accroissement correspond à une période d'engraissement de 2 à 3 semaines chez une vache Pie Noire, et de 2 mois environ chez un taurillon de même race. Cette méthode n'atteint pas cependant la précision obtenue avec l'eau lourde également sur des animaux vivants (écart-type égal à 1,5 p.100), ou avec la dissection d'un morceau costal à l'abattage (environ 1 p.100).

TABLEAU 2

Equations d'estimation des dépôts adipeux totaux, des dépôts de la carcasse et des muscles (Y) à partir du diamètre des adipocytes (X) : $Y = A + b X$

Equations d'estimation : YX = a + bX

Sexe	Variable estimée	Ordonnée à l'origine (a) variable selon la race PN	SL	CH	LI	Pente (b)	Syx
Mâles	DAT	7,46	5,26	6,33	4,24	0,0684	2,89
Femelles	DAT	3,88	1,97	-0,12	0,61	0,144	3,03
Mâles	DAC	9,94	7,11	8,24	5,59	0,0691	3,18
Femelles	DAC	6,57	3,23	0,39	0,20	0,165	3,56
Mâles	MUS	70,68	75,14	74,94	79,56	-0,0395	2,67
Femelles	MUS	71,24	74,52	78,43	79,41	-0,1078	2,73

Valeurs estimées pour X = 50 et X = 100 microns

Sexe	Variable estimée	Race PN	SL	CH	LI
Mâles	DAT-50	10,9	8,7	9,8	7,7
	DAT-100	14,3	12,1	13,2	11,1
Femelles	DAT-50	11,1	9,2	7,1	7,8
	DAT-100	18,3	16,4	14,3	15,0
Mâles	DAC-50	13,4	10,6	11,7	9,0
	DAC-100	16,8	14,0	15,1	12,5
Femelles	DAC-50	14,8	11,5	8,6	8,4
	DAC-100	23,1	19,7	16,9	16,7
Mâles	MUS-50	68,7	73,2	73,0	77,6
	MUS-100	66,7	71,2	71,0	75,6
Femelles	MUS-50	65,9	69,1	73,0	74,0
	MUS-100	60,5	63,7	67,7	68,6

X = Diamètre des adipocytes en microns
DAT = Dépôts adipeux totaux % Poids vif vide
DAC = Dépôts adipeux de la carcasse % Poids de la carcasse
MUS = Muscles % Poids de la carcasse

La pente (b) est différente selon le sexe, mais commune pour toutes les races. L'ordonnée à l'origine (a) est variable selon la race, Pie-noire (PN), Salers (SL), Charolaise (CH) ou Limousine (LM). Syx est l'écart-type résiduel de la régression

Exemple d'estimation des dépôts adipeux totaux chez des mâles Salers : DAT = 5,26 + 0,0684 X

Le pourcentage de dépôts adipeux totaux est exprimé par rapport au poids vif vide, pour éviter que les équations ne soient dépendantes de l'alimentation. Il convient à l'utilisateur d'apprécier le contenu digestif des animaux à partir des critères qu'il connaît (poids des animaux, niveau et nature de l'alimentation, stade physiologique). Nous pouvons cependant proposer des valeurs moyennes, dont la précision est certainement suffisante en première approximation. Le contenu digestif d'un bovin à l'engrais de 400 à 600 kg peut varier de 10 p.100 du poids vif avec une alimentation riche en aliments concentrés à 12-13 p.100 avec une ration d'ensilage de maïs, voire 15 p.100 avec une ration comportant beaucoup de membranes (paille). Chez les vaches adultes, le contenu digestif varie selon les mêmes critères entre 15 et 20 p.100 du poids vif.

Les équations que nous proposons permettent d'estimer le pourcentage de dépôts adipeux totaux, qui représente l'état d'engraissement global. Ce critère a une signification physiologique très importante, car son évolution (accroissement ou diminution) détermine le niveau des besoins alimentaires des animaux selon qu'ils stockent des lipides de réserves ou qu'ils les mobilisent. On peut d'ailleurs estimer le poids des lipides corporels totaux à partir des dépôts adipeux grâce à des équations que nous avons publiées antérieurement (ROBELIN et GEAY, 1978).

4. Estimation du pourcentage de dépôts adipeux de la carcasse

Quel que soit l'intérêt physiologique de l'état d'engraissement global, on raisonne souvent pour les animaux destinés à la production de viande, en termes de pourcentage de dépôts adipeux de la carcasse exprimés en pourcent du poids de carcasse. Rappelons que ces dépôts représentent environ 75 à 80 p.100 des dépôts adipeux totaux (tabl. 1). Nous présentons au tableau 2 des équations permettant d'estimer ces dépôts à partir du diamètre des adipocytes. Les commentaires qui s'y rattachent sont parfaitement semblables à ceux que nous avons faits pour les dépôts adipeux totaux.

5. Estimation du pourcentage de muscles

Nous avons également établi des équations permettant d'estimer le pourcentage de muscles dans la carcasse (tabl. 2). Ces équations ont également une pente différente selon le sexe des animaux et des ordonnées à l'origine différentes selon la race. Il serait imprudent de commenter ces différences, car de telles équations ne reflètent pas une relation directe entre la masse musculaire et la cellularité des dépôts adipeux, mais la relation inverse entre le pourcentage de muscles et l'adiposité. La précision de ces équations est cependant assez bonne, de l'ordre de 3 p.100 du poids vif vide.

IV. Conclusions

La cellularité des dépôts adipeux sous-cutanés semble bien être un bon reflet de l'adiposité des animaux. Néanmoins, la relation entre ces deux critères est variable selon le sexe (et / ou l'âge physiologique) et la race des animaux. La précision de l'estimation des dépôts adipeux à partir du diamètre des adipocytes est assez bonne (environ 3 p.100 du poids vif vide) ; elle est largement suffisante pour effectuer des appariements ou des classements entre animaux et pour mesurer une évolution de l'adiposité relativement importante (de l'ordre de 20 kg). On doit lui substituer la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde, malgré son coût, pour des mesures plus précises.

Références bibliographiques

CHILLIARD Y., ROBELIN J., 1985. Activité lipoprotéine-lipasique de différents dépôts adipeux et ses relations avec la taille des adipocytes chez la vache tarie en cours d'engraissement ou en début de lactation. *Reprod. Nutr. Dev.*, **25** (1B), 287-293.

ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1974. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins mâles à partir de la composition de la 11ème côte. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **17,** 15-18.

ROBELIN J., GEAY Y., 1975. Estimation de la composition de la carcasse de taurillons à partir de la composition de la 6ème côte. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **22,** 41-44.

ROBELIN J., GEAY Y., 1978. Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux. *Ann. Zootech.,* **27,** 159-167.

ROBELIN J., 1986. Bases physiologiques de la production de viande ; croissance et développement des bovins. In : D. Micol Ed., *« Production de viande bovine »,* INRA Paris, p.35-59.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 43-50

Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant

J. AGABRIEL*, J.M. GIRAUD** et M. PETIT*
avec la collaboration de C. BARBOIRON*, G. COULAUD* et F. DECUQ**

** INRA-CRZV Theix, Station des Productions bovines et chevalines, 63122 Ceyrat*
*** Domaine des Razats, 63820 Laqueuille*

Dans la majorité des situations, la vache allaitante utilise ses réserves corporelles en hiver et les reconstitue l'été au pâturage ; mais ce phénomène doit être bien maîtrisé car un état insuffisant risque d'entrainer des troubles de la reproduction et peut même réduire la production laitière dont dépend la croissance du jeune veau.

Pour utiliser au mieux et sans risque cette souplesse qu'offrent les réserves corporelles, il faut savoir les mesurer ou, tout au moins, les estimer aux périodes importantes du cycle annuel de l'élevage : à la rentrée à l'étable afin de calculer au plus juste les besoins minimaux hivernaux, mais aussi au vêlage et à la mise à la reproduction car la fertilité en dépend. C'est le but de la note d'état : elle vise à juger de l'importance du tissu adipeux sous-cutané, lui même très bon indicateur de l'adiposité totale du corps.

Cette estimation des réserves a l'avantage d'être peu coûteuse et rapide mais elle est néanmoins subjective. Aussi, pour réaliser au mieux des observations reproductibles et répétables, il est nécessaire de les baser sur des repères anatomiques précis et de les exprimer sous forme de notes.

Plusieurs barèmes ont déjà été proposés en élevage allaitant pour noter l'état des vaches, notamment en Ecosse par LOWMAN (1973 puis 1976) pour des vaches de races à viande Anglo-Saxonnes et croisées laitières : il différencie 6 classes d'état, appréciées par palpation au niveau des apophyses transverses des vertèbres lombaires, facilement accessibles sur ce type de vaches. En élevage laitier la même méthode a été utilisée (N.I.R.D., 1978), mais en faisant intervenir en plus, l'état d'embonpoint à la base de la queue pour pondérer la note finale. Par ailleurs BAZIN *et al.* (1984) ont proposé pour le RNED Bovin en France une grille de notation de l'état des vaches Pie Noires en dégageant surtout des critères d'appréciation visuelle ; les maniements, s'ils sont possibles, viennent aider le notateur.

Le but de ce travail est de préciser la possibilité et la spécificité de telles notations sur des vaches allaitantes de races françaises. Ces races sont en effet très typées « viande » et leur bonne conformation musculaire peut masquer partiellement les différences d'état d'engraissement. Nous avons de plus affaire à des animaux naturellement maigres, dont la part de dépôts adipeux totaux dans la masse corporelle avoisine 10 p.100, avec une amplitude de variation bien moindre que chez d'autres races, en particulier la race Pie Noire (ROBELIN, 1986).

Détermination de la grille de note

Par la note d'état on cherche à apprécier, par palpation, l'importance des dépôts adipeux sous-cutanés présents à différents endroits de l'animal. Pour cela nous avons choisi de privilégier deux régions anatomiques distinctes, sur le flanc droit de l'animal :

- le ligament sacrotubéral manipulé par la main gauche (photo 1),
- le train de côtes et plus particulièrement les deux dernières côtes manipulées par la main droite (photo 2).

A chacun de ces endroits on cherche à apprécier soit par pincement (main gauche), soit la main à plat (main droite), la souplesse de la peau, sa capacité à rouler sur l'os ou le ligament, enfin l'épaisseur du tissu adipeux ; cette dernière s'estime par la taille de la poignée prise dans la main gauche et par la réaction à la poussée faite sur les côtes par la main droite.

A partir de nos observations la grille de six notes que nous avons utilisée est celle du tableau 1. Par commodité d'utilisation elle a été calquée sur celle employée pour des vaches laitières (RNED 1984) mais légèrement simplifiée puisque nous nous sommes volontairement limités à deux régions anatomiques pour effectuer les maniements.

TABLEAU 1

Détermination de la note d'état d'engraissement

Note	0	1	2	3	4	5
Main gauche : sur ligament sacro-tubéral	Peau adhérente Pincement difficile	Peau tendue Pincement possible	Peau se décolle Léger dépôt identifiable	Peau souple Poignée de gras	Bonne poignée de gras	Peau rebondie Pleine poignée de gras
Main droite : à plat sur les deux dernières côtes	Peau tendue et collée sur les côtes Côtes sèches	Côtes saillantes	Peau souple Côtes encore bien distinctes	Peau "roule" entre la main et l'os Dépression intercostale	Plus de dépression intercostale	Un épais "matelas" recouvre les côtes

Le maniement des abords de la queue est effectuée par la main gauche posée sur le ligament sacro-tubéral. La sensation du tissu adipeux sous cutanée se fait par pincement de la peau et appréciation du "remplissage" de la main.

Sur les deux dernières côtes la main droite est posée bien à plat et apprécie la souplesse de la peau, le recouvrement de l'os, l'épaisseur du tissu adipeux.

Si les deux appréciations ne concordent pas on fait la moyenne des deux.

On peut signaler cependant certaines difficultés qui peuvent apparaitre lors de la notation :

- les notes mises séparément à chacun des deux endroits, au niveau de la côte et au niveau de la queue, ne correspondent pas toujours ; le notateur doit alors faire la moyenne des deux notes plutôt que de privilégier l'une ou l'autre. On autorise donc les demi-points, ce qui fait un total de 11 possibilités pour attribuer une note à un animal ;

- la discrimination des bons et très bons états semble la plus difficile car les repères morphologiques sont alors « noyés » dans le tissu adipeux ; l'appréciation des sensations de la quantité de gras devient très subjective surtout sur la main gauche (taille de la poignée).

Cette grille a été testée sur des vaches allaitantes de différentes races : Charolaise, Limousine, Salers. Chacune ayant ses propres caractéristiques morphologiques, celà amène à faire quelques remarques.

Sur **les vaches Charolaises,** la bonne conformation musculaire gomme en partie les différences visuelles de couverture et risque de tromper le notateur : sur cette race les manipulations proposées ici, prennent tout leur intérêt. Ce sont souvent les maniements de la main droite (sur les côtes) qui permettent de mieux départager les états moyens. Les photos 3 à 6 montrent les deux maniements effectués sur des vaches Charolaises en état très différent notées respectivement 0,5 et 4,5.

Sur **les vaches Limousines,** le tissu adipeux sous-cutané est pour un même état d'engraissement proportionnellement plus développé que sur d'autres races (ROBELIN, MALTERRE, non publié) comme c'est le cas chez les mâles Limousins en croissance (ROBELIN, 1978). Il faut donc essayer d'éviter de les « surnoter » systématiquement, surtout au milieu de lots comprenant des animaux de plusieurs races. Il est aussi plus difficile de départager les animaux en bon état, dès la note 3.

Enfin la notation des **vaches Salers** pose peu de problèmes car elles extériorisent très bien les différences d'état. La notation se rapproche alors beaucoup de celle des vaches laitières Pie Noires.

Validité de la méthode

1. Répétabilité et reproductibilité de la note d'état

Une fois la grille définie, nous avons cherché à tester d'une part la répétabilité des notes ainsi données, c'est-à-dire l'homogénéité des notes mises à différentes reprises à un même animal et, d'autre part leur reproductibilité, c'est-à-dire l'écart observé entre des notes mises par des personnes différentes.

Ces deux notions peuvent se calculer en retenant les définitions données par EVANS (1978) et NICOLL (1981) : dans un modèle d'analyse de variance simple, la répétabilité se définit par la corrélation entre les notes mises par un même juge au cours de plusieurs tests différents et la reproductibilité par la corrélation entre la note mise par un juge et celles mises par d'autres juges lors du même test. Dans ce modèle, on détermine aussi l'erreur-type de la note qui correspond à la part des facteurs incompressibles dans la variance totale.

Pour cela 11 vaches en lactation de deux races, 6 Salers et 5 Charolaises, ont été notées trois fois, à dix jours d'intervalle par trois notateurs indépendants. Chaque notateur n'avait pas connaissance des jugements des autres. D'une mesure à l'autre, il était supposé ne pas se souvenir des notes qu'il avait mises auparavant ; les animaux venaient dans un ordre aléatoire sur le lieu de mesure. Enfin, nous avons considéré que les vaches n'avaient pas varié d'état vrai d'une notation à la suivante ; d'ailleurs, leurs poids vifs mesurés chaque semaine étaient restés constants.

Le tableau 2 regroupe pour chaque vache les moyennes des trois notes mises par les notateurs et pour chaque notateur l'écart-maximum enregistré entre ces trois notes.

Détermination de la note d'état
(Photos G. TRILLAT)

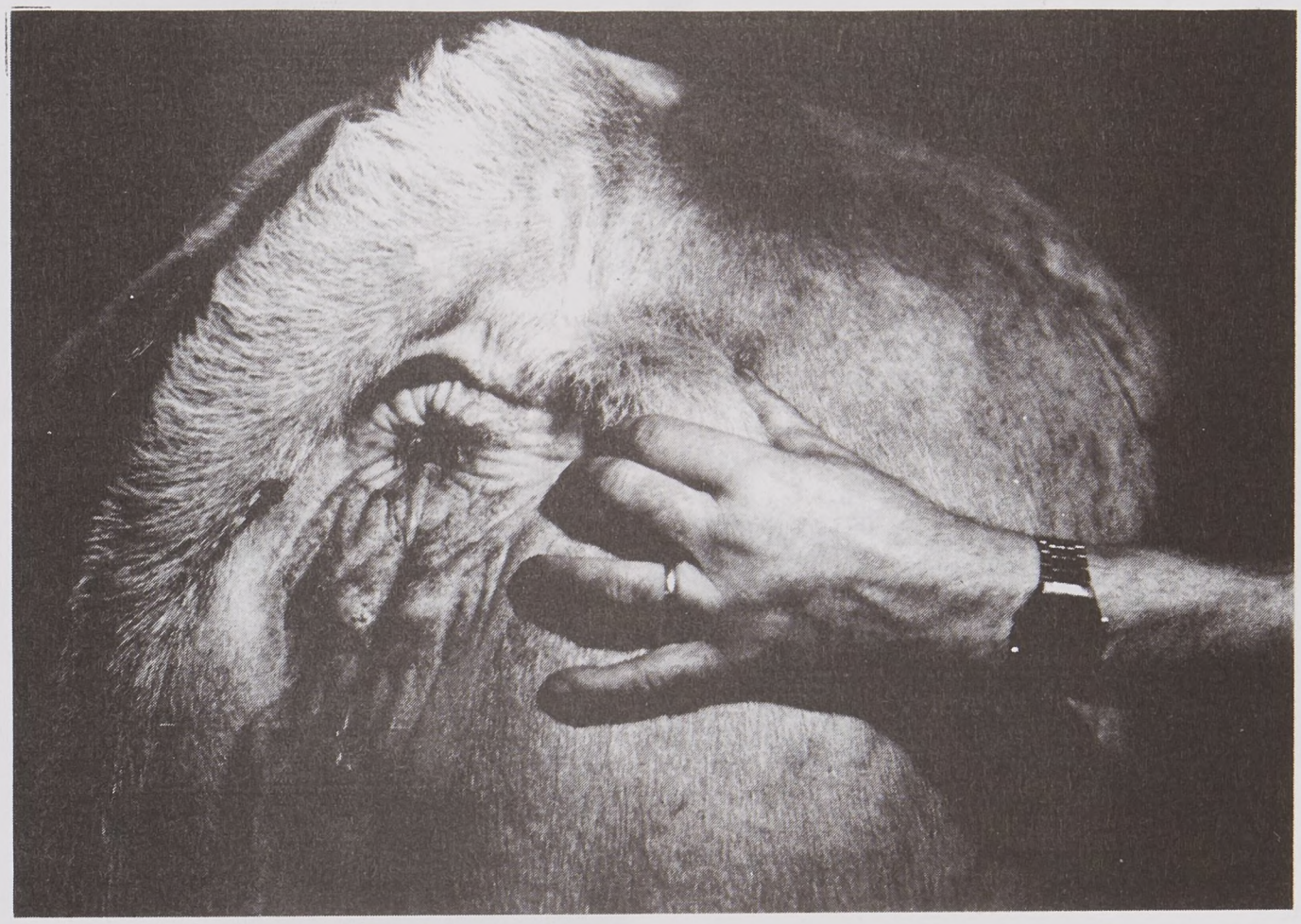


Photo 1 : Maniement de la main gauche au niveau des abords de la queue

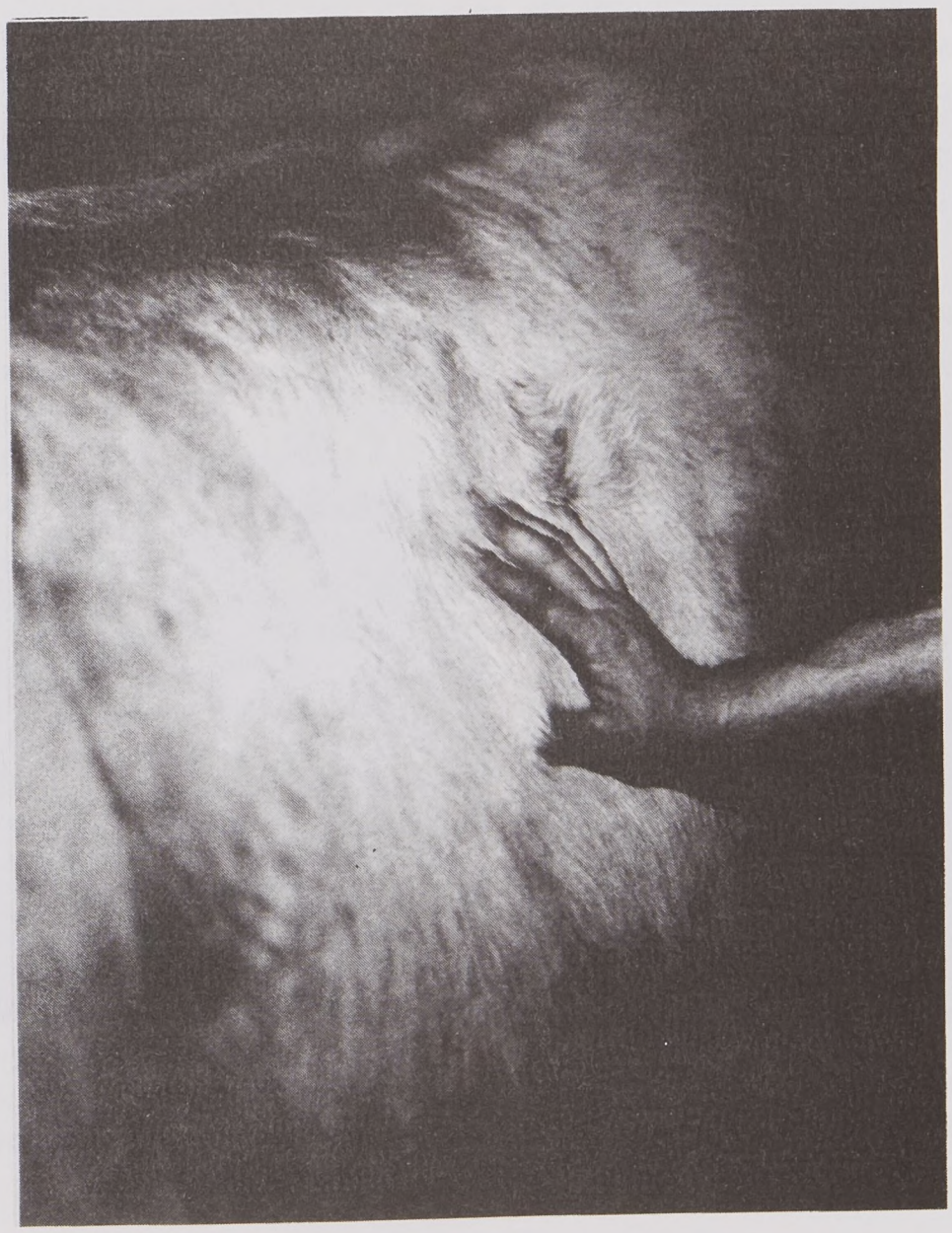
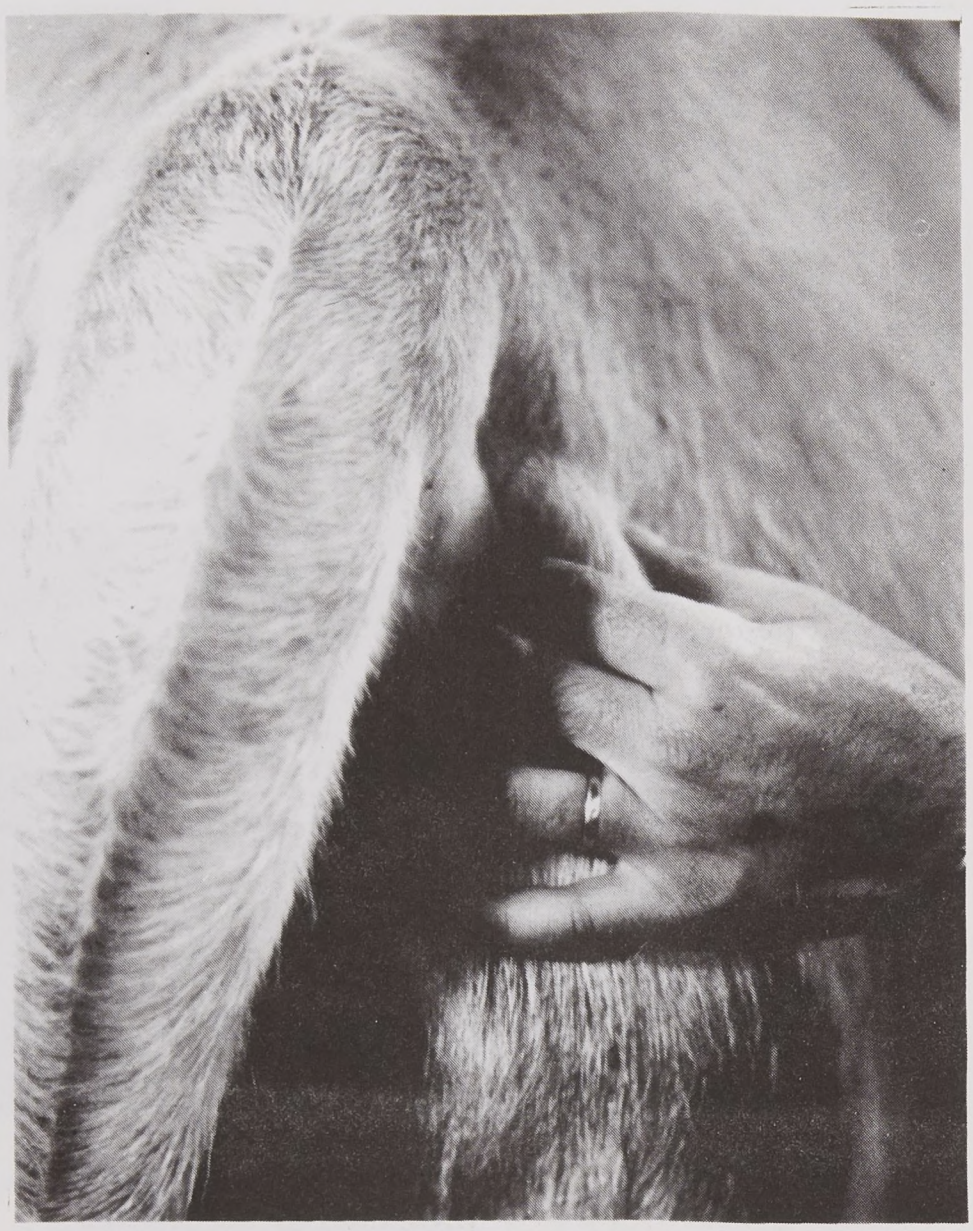


Photo 2 : Maniement de la main droite au niveau du train de côte



Photos 3 et 4 : Maniements des mains droite et gauche effectués sur une vache maigre (note 1)
- la côte est saillante
- pincement possible au niveau de la queue

Photos 5 et 6 : Maniements effectués sur une vache grasse (note 4,5)
- un « épais matelas » recouvre la côte
- une pleine poignée de gras peut être prise à la queue

TABLEAU 2

Test de répétabilité et de reproductibilité de la note d'état

Vache n°	Race (1)	Note moyenne mise par les notateurs			Ecart maximum enregistré entre les 3 notes mises par les notateurs		
		1	2	3	1	2	3
1	SA	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5
2	SA	1,0	1,0	1,0	0	0	0
3	CH	1,0	1,5	1,5	0,5	0,5	0
4	SA	1,0	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5
5	CH	1,0	1,0	1,5	0	0	0,5
6	CH	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	0
7	SA	1,5	1,5	2,0	0,5	0,5	1,0
8	SA	1,5	2,0	2,0	0,5	0,5	0,5
9	SA	2,5	2,5	2,5	0	0	1,0
10	CH	2,5	2,5	3,5	0,5	1,0	0,5
11	CH	2,5	3,0	3,0	1,0	1,5	1,0
Moyenne		1,45	1,68	1,91	0,45	0,50	0,50

(1) SA : Salers
CH : Charolaise

Si les écarts entre notateurs ou entre jours sont relativement faibles en moyenne (environ 0,5 point), ils peuvent cependant atteindre un point et même un point et demi d'état. Ces écarts maximaux semblent résulter de quelques vaches « à problèmes » (par exemple numéro 6 et 10). Ils paraissent indépendants de la race ou du niveau de l'état de la vache.

La répétabilité de la note d'état mise à une vache dans les conditions de notre test est de 0,82 et sa reproductibilité est de 0,79. Ces résultats sont tout à fait identiques à ceux obtenus sur des vaches Anglo-Saxonnes avec un autre barème de notes par EVANS (1978) ou NICOLL (1981). L'erreur-type que l'on peut aussi calculer pour une note mise sur une vache par un notateur, est de 0,38 point ; elle diminue rapidement si ce juge note la vache plusieurs fois et n'est plus que de 0,25 point pour une moyenne de trois notes. Mais si l'animal est noté par plusieurs juges, la notation devient encore plus fiable l'erreur passe à 0,27 point avec deux juges et à 0,23 point avec trois juges. Compte tenu de ces erreurs, pour mettre en évidence une différence d'un demi point (au seuil de 95 p.100) sans risque de se tromper (puissance du test : 0,9), il faudra un minimum de 14 vaches par lot lorsqu'elles sont notées par un seul juge. Si les vaches sont notées par trois juges indépendants il ne faut plus que cinq individus par lot pour obtenir le même niveau de discrimination.

En complément il faut rappeler que, lors de tests portant sur un grand nombre d'animaux et de notateurs, EVANS (1978) a pu montrer l'importance des interactions animal-notateurs : ceci impose dans la pratique des confrontations régulières entre notateurs pour éviter des biais qui pourraient apparaitre.

Dans la suite de notre étude pour limiter au mieux l'erreur systématique liée à chaque mise de note, une note est toujours la moyenne des appréciations mises le même jour par trois juges différents.

2. Correspondance entre la note d'état et le diamètre des adipocytes du tissu adipeux sous-cutané : estimation des réserves corporelles

La comparaison de la note d'état au diamètre des adipocytes du tissu adipeux sous-cutané parait naturelle puisqu'il s'agit de deux mesures indirectes du même dépôt adipeux, toutes deux faites « *in vivo* » et relativement peu onéreuses. La seconde, décrite par ailleurs dans ce bulletin (ROBELIN *et al.*) permet d'estimer directement et avec une bonne certitude (précision de 3 p.100 environ) la proportion de dépôts adipeux totaux dans la masse corporelle de vaches adultes. Elle est non subjective et a été considérée ici comme méthode de référence.

Pour cette comparaison, nous avons regroupé des séries de mesures de note d'état, de taille des adipocytes et de poids vif faites sur 98 vaches de deux races (Charolaise et Salers), à deux stades physiologiques (gestation et lactation), mais placées dans des conditions d'élevage identiques au domaine INRA de Laqueuille.

En début d'hiver, ces vaches ont été rentrées à l'étable dans des états variés, mais créés par deux chargements extrêmes sur le pâturage d'automne. A quatre mois d'intervalle, soit environ deux mois avant le vêlage et deux mois après, les animaux ont tous reçu le même régime standard à base de foin pour effectuer des mesures de poids vif et de note dans des conditions homogènes. Les prélèvements de tissu adipeux ont été réalisés simultanément. Les états des vaches en fin d'hiver étaient au moins aussi variés qu'au début puisque plusieurs régimes alimentaires ont été distribués au cours de cette période.

Le prélèvement du tissu adipeux et la fixation des adipocytes ont été effectués selon la méthode décrite dans ce bulletin (ROBELIN *et al.*). Puis on a mesuré le diamètre d'une centaine de cellules environ par prélèvement pour en faire la moyenne.

Les mesures de poids vifs ont été faites par double pesée à deux jours d'intervalle et la note a été fixée dans les conditions décrites précédemment.

Les résultats moyens des trois mesures effectuées au début et à la fin de l'hiver sont regroupés par race dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Caractéristiques moyennes des vaches utilisées

	Salers	Charolais	Total
Nombre	40	58	98
Poids vif (kg)			
Initial (1)(3)	598 ± 43	639 ± 55	622 ± 51
Final (2)	607 ± 50	643 ± 49	628 ± 50
Note d'état			
Initiale	2,0 ± 0,9	2,3 ± 1,0	2,2 ± 1,0
Finale	2,1 ± 1,2	2,2 ± 1,0	2,2 ± 1,0
Diamètre des adipocytes			
Initial	61,6 ± 21,6	63,2 ± 22,6	62,6 ± 22,1
Final	60,4 ± 21,1	62,6 ± 22,1	58,8 ± 20,5

(1) Initial = mesures faites en début hiver deux mois avant vêlage (gestation)

(2) Final = mesures faites en fin d'hiver deux mois après vêlage (lactation)

(3) Poids vif corrigé des produits de la conception.

La liaison existante entre la note d'état et les adipocytes, a été étudiée sur l'ensemble des 196 mesures dans un modèle d'analyse de variance-covariance introduisant le stade physiologique et la race de la vache comme facteurs de variations.

Les coefficients de l'équation d'estimation du diamètre des adipocytes à partir de la note sont donnés dans le tableau 4. La relation entre les deux variables parait en effet linéaire et le coefficient de corrélation est élevé (0,80). Pour illustrer, nous avons représenté figure 1 les diamètres moyens des adipocytes par classes d'animaux regroupés par demi-notes d'état (10 à 38 données par classe). Les points correspondants se situent quasi rigoureusement sur la droite de régression générale.

TABLEAU 4

Estimation du diamètre des adipocytes (D) à partir de la note d'état (N)

D = Diamètre des adipocytes en microns

N = Note d'état (de 0,5 à 5)

Equations d'estimations sur toute la population (n = 196)

$$D = 17{,}2\ N + 23{,}4 + \begin{vmatrix} 2{,}2\ (SA) \\ -\ 2{,}2\ (CH) \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 2{,}2\ (Gest) \\ -\ 2{,}2\ (Lact) \end{vmatrix}$$

Ecart type résiduel Sxy = 12,6

Ecart type de la pente Sb = 0,9

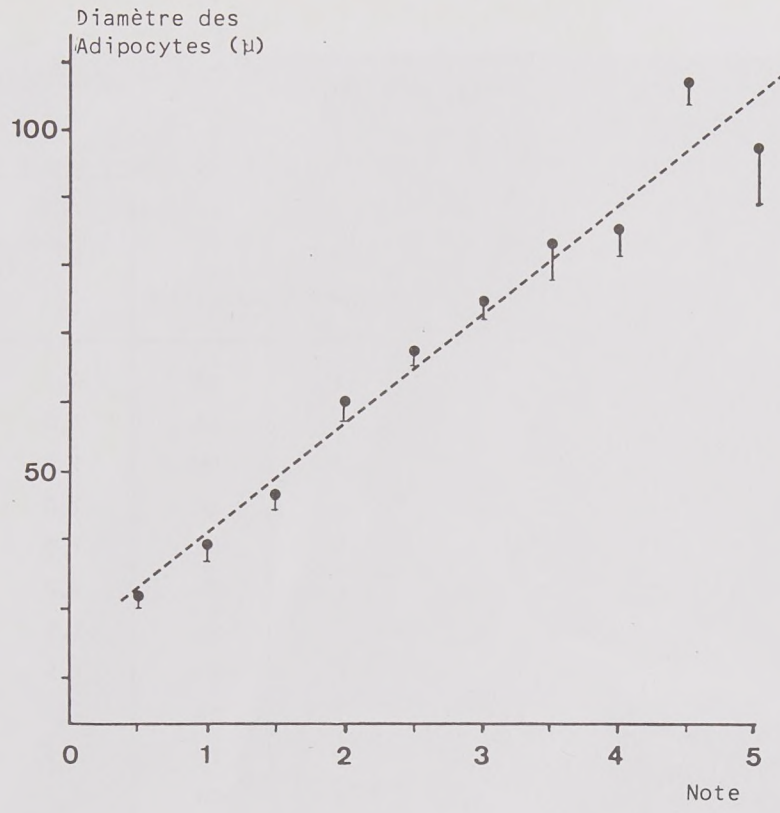


FIG. 1 : *Liaison entre le diamètre des Adipocytes et la Note d'état* Un point (●) correspond au diamètre moyen calculé pour chaque note avec l'écart-type correspondant.

Pour une variation d'un point de note d'état, le diamètre des cellules s'accroît d'environ 17 ± 1µ. Ce diamètre triple donc entre les deux notes extrêmes passant de 33 µ (note 0,5) à près de 110µ (note 5). D'après les équations proposées par ROBELIN, cela correspondrait pour une vache Charolaise à une augmentation de 10 points de la proportion de dépôts adipeux totaux dans la masse corporelle (de moins de 5 p.100 à près de 15 p.100).

Cependant, la liaison semble moins bonne et l'écart-type interindividuel du diamètre augmente fortement lorsque les notes sont supérieures ou égales à 3. Ceci peut résulter d'effectif plus faible dans les notes élevées, mais cela pourrait aussi provenir de la réduction de la taille moyenne des adipocytes chez certaines vaches grasses, par suite de l'apparition à côté des cellules de grande taille, d'une « nouvelle vague » de cellules de taille plus réduite (ROBELIN, 1986).

L'écart-type résiduel de la régression générale est de 12,6µ (tabl. 4), soit l'équivalent de 0,7 point de note ; ainsi, si on considère la taille des adipocytes comme étant une mesure de référence de l'état « vrai », un écart de note d'un demi-point ne peut être considéré comme significatif d'une différence entre deux individus.

Le stade physiologique des vaches et leurs races sont deux facteurs qui influencent faiblement mais significativement la relation diamètre des adipocytes-note : à même diamètre d'adipocytes, la note d'état est plus faible, pour des vaches en gestation par rapport à des vaches en lactation, et plus faible pour des vaches de race Salers par rapport à des vaches de race Charolaise.

L'effet du stade physiologique est sans doute accentué par une dérive des notes mises entre le début et la fin d'hiver. Il est cependant contraire à celui qu'on aurait pu attendre : visuellement une vache en gestation peut sembler en meilleur état qu'une vache en lactation.

L'effet de la race peut en partie s'expliquer par la difficulté, de s'abstraire totalement de la conformation musculaire lorsque les races sont mélangées au cours d'une même séance de notation ; cela défavorise alors la race Salers.

Mais même significatifs, ces effets restent très limités : 4µ d'écart de diamètre pour une même note entre les deux stades ou les deux races.

Si on ajoute à nos observations des données sur des vaches Limousines regroupées par MALTERRE et ROBELIN (non publié) (fig. 2), elles se situent d'ailleurs tout à fait dans le même alignement : on peut donc penser que nos résultats sont extensibles à cette race.

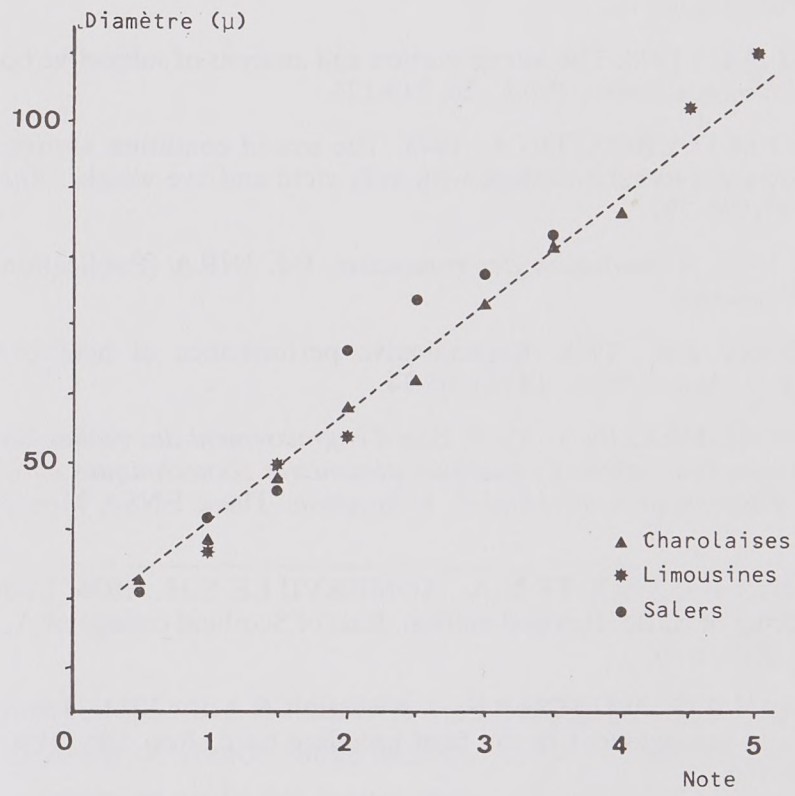


FIG. 2 : *Influence de la race sur la relation Note - Diamètre des adipocytes*
La droite correspond à la régression calculée sur la population générale, chaque point correspond à une moyenne de 5 à 30 vaches.

Dans la pratique expérimentale, du fait de la bonne liaison qui existe entre ces deux mesures, note et taille des adipocytes, on peut avoir intérêt à les coupler pour estimer ponctuellement la composition corporelle d'un groupe de vaches, ou bien pour estimer la variation des réserves adipeuses entre différentes périodes (en début et en fin d'hiver, par exemple). L'utilisation de la note seule risque en effet d'introduire comme nous l'avons vu des biais non négligeables liés aux notateurs pouvant s'annuler, quand on veut mesurer des variations. A l'inverse, l'utilisation des adipocytes seuls serait plus onéreuse et nécessiterait beaucoup de temps. Pour ces raisons, on pourrait adopter la démarche suivante :

- noter toutes les vaches du lot à partir du barème proposé, en les classant les unes par rapport aux autres ;

- prélever du tissu adipeux sur les quelques vaches classées les plus grasses et les plus maigres.

Les avantages de cette méthode sont manifestes : la comparaison note-adipocytes sur les extrêmes permet de caler l'ensemble des observations et de s'affranchir des problèmes de « dérive » des notateurs. L'estimation des dépôts adipeux totaux à partir de la note se fait alors avec une erreur au plus égale à la somme des erreurs liées aux deux estimations note-adipocytes puis adipocyte-dépôts adipeux totaux.

Intérêt zootechnique des notes d'état

Les notes d'état ont un intérêt pratique évident pour la conduite du troupeau de vaches allaitantes comme pour celle du troupeau laitier. Codifiées, elles doivent permettre de déterminer les états optimaux à atteindre à différents moments du cycle de production : rentrée à l'étable, vêlage, mise à l'herbe et reproduction, qui permettent une productivité numérique satisfaisante au moindre coût alimentaire. Un exemple important de l'intérêt des notations de l'état dans les troupeaux allaitants est donné par la liaison entre l'état au vêlage (et / ou au début de la période de reproduction) et la durée de l'anœstrus *post-partum* et l'intervalle entre mises-bas.

Pour KILKENNY (1978) par exemple, la longueur de l'intervalle entre vêlages diminue de 50 jours (de 430 à 380) lorsque la note à la période de reproduction augmente de 1 à 2 ; mais il ne diminue plus que de 3 jours quand elle passe de 2,5 à 4,5. Il propose donc naturellement de ne pas descendre en dessous de 2,5 pour assurer une bonne reproduction. Ce genre de recommandations est largement développé dans les pays anglo-saxons (LOWAN, 1984).

Cependant, il va de soi que ces notes cibles doivent varier selon le système de production (vêlage d'été ou vêlage d'automne), la race des animaux (plus ou moins rustique), éventuellement le lieu géographique (plaine ou montagne). Pour les établir, il faudrait disposer d'une base importante de données permettant de lier la note d'état et les principaux critères de la reproduction. L'acquisition de ces données a débuté sur les domaines INRA mais elle doit être élargie à des situations variées.

La détermination de ces notes objectifs permettra alors de moduler les apports alimentaires et l'utilisation des ressources fourragères. Dans les recommandations alimentaires INRA (1978) pour la vache allaitante, il avait été déjà proposé de différencier deux niveaux d'état à la rentrée à l'étable pour moduler le niveau des apports hivernaux. On peut envisager de mieux les moduler en fonction de la note d'état initiale. Dans un premier temps, les nombreuses données de poids vif et de variations de poids vif en fonction du niveau alimentaire doivent être utilisées et transposées en note d'état ou variations de note.

Pour cela nous avons cherché à établir la liaison entre note d'état et poids vif sur environ 80 vaches Salers et 120 Charolaises multipares, à partir de l'ensemble des mesures effectuées au domaine de Laqueuille précédemment décrites.

Pour un point de note la variation interindividuelle de poids vif (corrigé des produits de la conception si nécessaire) est de 23 et 18 kg pour les deux races respectivement. Mais cette variation n'est pas significative du fait de l'ensemble des facteurs qui peuvent influer sur le poids vif et qui n'ont pas été pris en compte.

Nous avons donc aussi comparé variations de poids et variations de note intraindividuelles, tous génotypes confondus, sur l'ensemble des vaches de l'étude précédente (n = 98). Dans ces conditions, la relation est meilleure mais reste néanmoins médiocre : la variation d'état n'explique que 34 p.100 de la variance totale de la variation de poids dans l'analyse. On retrouve cependant sensiblement le même coefficient de régression : 28 kg de différence de poids par point de note supplémentaire.

Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés sur d'autres types de vaches, essentiellement des vaches de race Frisonne, par FROOD et CROXTON (28,3 kg de poids vif par note) ou par LARNICOLS (30 kg par note). Ils sont par contre très inférieurs à ceux de WRIGHT et RUSSEL (1984) pour lesquels un point correspond à environ 100 kg de poids vif ; mais ces auteurs n'ont pas travaillé sur des variations observées sur les mêmes individus et l'amplitude des poids qu'ils ont mesurée entre deux notes extrêmes (plus de 400 kg de poids vif) est beaucoup plus importante que sur nos races.

Quoiqu'il en soit l'écart-type résiduel de l'estimation de la variation de poids par la variation de note reste encore élevé (27 kg). Dans la pratique, cet écart-type élevé interdit l'estimation d'une variation de poids vif d'un individu à partir d'une variation de sa note, évidemment bien plus facile à mesurer.

Conclusions

Il est donc possible d'utiliser la note d'état sur des vaches de races à viande françaises comme estimateur simple des réserves adipeuses ; le barème établi allant de 0 à 5 points guide le notateur dans ses manipulations. Celles-ci sont effectuées sur le flanc droit de l'animal, au niveau des côtes et près de la queue.

La répétabilité et la reproductibilité de la mesure effectuée dans ces conditions sont satisfaisantes, mais pour réduire l'erreur systématique qui accompagne chaque notation on a tout intérêt à faire noter plusieurs juges à la fois.

Il existe enfin une liaison assez étroite entre la note d'état et le diamètre des adipocytes du tissu adipeux sous-cutané, estimateur objectif de la composition corporelle de la vache.

Compte tenu de nos connaissances et à titre d'exemple, nous pouvons donc simuler les variations de la composition corporelle de la vache Charolaise de 650 kg prise comme référence dans les recommandatations INRA (1978). Si on estime qu'elle perd environ 60 kg de masse corporelle au cours de l'hiver, sa note d'état, égale à 3,5 à la rentrée à l'étable, ne sera plus que d'environ 1,5 lorsqu'elle sortira à l'herbe. Le diamètre de ses adipocytes diminue dans le même temps de 83μ à environ 50μ soit une proportion de dépôt adipeux totaux (DAT) dans la masse corporelle variable de 11,5 p.100 à 7,1 p.100. Cela correspond à une perte de DAT de 26,2 kg (44 p.100 de la perte de poids) ou bien une perte de lipides d'environ 29 kg (ROBELIN et GEAY, 1978).

Références bibliographiques

BAZIN S. (INRA, ITEB, EDE), 1984. Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie Noires. I.T.E.B. (Publications), 75595 Paris Cedex 12.

EVANS D.G., 1978. The interpretation and analysis of subjective body condition scores. *Anim. Prod.*, **26,** 119-125.

FROOD M.J., CROXTON J., 1978. The use of condition scoring in dairy cows and its relationships with milk yield and live weight. *Anim. Prod.*, **27,** 285-291.

INRA, 1978. *Alimentation des ruminants.* Ed. INRA (Publications), 78000 Versailles.

KILKENNY J.B., 1978. Reproductive performance of beef cows. *World Rev. Anim. Prod.*, **14** (3), 65-74.

LARNICOL-MELLIN S., 1984. *Etat d'engraissement des vaches laitières à la mise-bas : effets sur quelques paramètres zootechniques selon le niveau d'alimentation au début de la lactation.* Thèse ENSA Montpellier.

LOWMAN B.G., SCOTT N.A., SOMERVILLE S.H., 1976. Condition scoring of cattle. Revised edition. East of Scotland college of Agriculture. Bull. nº 6.

LOWMAN B.G., WILSON P.N., LAWRENCE A.B., 1984. Housing, health and management in the beef breeding herd. *Res. Dev. Agric.*, **1,**3, 181-186.

NICOLL G.B., 1981. Sources of variation in the condition scoring of cows. *Ir. J. Agric. Res.*, **20,** 27-33.

ROBELIN J., 1978. Répartition des dépôts adipeux chez les bovins selon l'état d'engraissement, le sexe et la race. *Bull. tech. CRZV Theix INRA,* **34,** 31-34.

ROBELIN J., GEAY Y., 1978. Estimation de la composition chimique du corps entier à partir du poids des dépôts adipeux. *Ann. Zootech.*, **27,** 159-167.

ROBELIN., 1986. *Composition corporelle des bovins : évolution au cours du développement et différences entre races.* Thèse de Doctorat d'Etat Université de Clermont-Ferrand II.

WRIGHT I.A., RUSSEL A.J.F., 1984. Estimation *in vivo* of the chemical composition of the bodies of mature cows. *Anim. Prod.*, **38,** 33-44.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 51-59

Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et Holstein × Montbéliards engraissés au pâturage

1. Alimentation et croissance, caractéristiques et qualité des carcasses

P.R. PARRASSIN* et J.H. TEISSIER †**

** INRA-SAD, Domaine expérimental, 88500 Mirecourt*
*** INRA-ENSSAA, Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zootechnie 26, bd du Docteur Petitjean, 21000 Dijon*

La production de bœufs fournit près du cinquième de notre production de viande rouge bien que cette part ait diminué au fil des années au profit des jeunes bovins (FAUCON, 1986).

Elle se caractérise par un âge à l'abattage des animaux compris globalement entre deux et trois ans, voire plus pour les productions extensives. Dans tous les cas, les animaux ne sont pas conduits dans le but d'atteindre leur potentiel maximum de croissance mais de valoriser au mieux des ressources fourragères.

Ainsi dans les zones herbagères, les veaux mâles nés en hiver et élevés pour la production de bœufs abattus à deux ans ou moins, reçoivent généralement des régimes à base de fourrages en hiver avant d'être mis à l'herbe pour une seconde saison de pâturage. Le niveau de croissance durant l'hiver est déterminé de façon à ne pas pénaliser les performances ultérieures, voire même à bénéficier d'une croissance compensatrice au pâturage. Il est compris entre 300 g/j et 800 g/j selon le type de production et la précocité de l'animal (ALLEN et KILKENNY, 1984 : MICOL, 1986).

Toutefois, les différentes études portant sur la production de bœufs jeunes ont été faites soit sur des animaux abattus à 18-20 mois et fournissant des carcasses légères (essais anglo-saxons), soit sur des animaux issus de troupeaux allaitants (MICOL, 1986).

Aussi, à partir de veaux mâles Montbéliards ou croisés Holstein × Montbéliards, nous avons au cours de quatre essais consécutifs (1980-1984) examiné l'influence du niveau et des modalités de croissance durant la période hivernale entre 12 et 18 mois sur les performances ultérieures au pâturage, les caractéristiques et la qualité des carcasses. Au cours des deux premiers essais, nous avons également testé l'influence de la nature des régimes alimentaires sur ces mêmes critères.

I. Conditions expérimentales

1. Traitements expérimentaux (tabl. 1)

a) Essai I

Le traitement consistait à comparer deux niveaux d'alimentation (croissance inférieure ou supérieure à 800 g/j) et deux régimes alimentaires de nature différente (ensilage d'herbe de prairie permanente ou ensilage de maïs). Pour cela les 3 lots suivants ont été constitués :

- ensilage d'herbe, croissance inférieure à 800 g/j
- ensilage de maïs, croissance inférieure à 800 g/j
- ensilage de maïs, croissance supérieure à 800 g/j

b) Essai II

Au cours de cet essai factoriel (3 × 2), nous avons comparé 3 régimes alimentaires à base d'ensilage d'herbe de prairie permanente, d'ensilage de maïs ou de regain (2ème coupe de prairie permanente) et 2 formes de la courbe de croissance : continue et modérée (700 à 800 g/j) ; discontinue élevée (1200 g/j) puis faible (400 g/j). Les lots suivants ont été constitués :

TABLEAU 1

Traitements expérimentaux au cours de la période hivernale entre 12 et 18 mois

Facteurs étudiés	Essai I 1980 - 1981	Essai II 1981 - 1982	Essai III 1982 - 1983 (1)	Essai IV 1983 - 1984 (1)
Type génétique	MO (21)	MO (42)	MO (21) — HN x MO (21)	MO (21) — HN x MO (13)
Régime alimentaire	E.H (7) — E.M (14)	E.M (14) — E.H (14) — R (14)	E.M — E.M	E.M — E.M
Niveaux ou modalités de croissance	< 800 (7) — < 800 (7) — > 800 (7)	M (7) — H.B (7) — M (7) — H.B (7) — M (7) — H.B (7)	M (7) — H.M (7) — H.B (7) — M (7) — H.M (7) — H.B (7)	M (8) — H.M (6) — H.B (7) — M (4) — H.M (5) — H.B (4)

MO = Montbéliard ; HN x MO = Holstein x Montbéliard

EM = Ensilage de maïs ; EH = ensilage d'herbe ; R = regain

M = Croissance continue moyenne = 700 - 800 g/j.

HM = Croissance discontinue = 1200 - 1400 g/ puis 700 - 800 g/j.

HB = Croissance discontinue 1200 - 1400 g/j puis 200 - 400 g/j.

(1) Les animaux de chaque type génétique ont été conduits séparément dans l'essai III et en lots mélangés dans l'essai IV. Les chiffres entre paranthèses correspondent aux effectifs d'animaux.

- ensilage d'herbe, croissance continue M
- ensilage d'herbe, croissance discontinue HB
- ensilage de maïs, croissance continue M
- ensilage de maïs, croissance discontinue HB
- regain, croissance continue M
- regain, croissance discontinue HB

c) Essais III et IV

Trois formes de la courbe de croissance ont été comparées au cours de ces deux essais sur des animaux alimentés avec un régime à base d'ensilage de maïs :

- croissance continue et modérée : 700 à 800 g / j
- croissance discontinue élevée (1400 g / j) puis faible (300 g / j) (Haut-Bas)
- croissance discontinue élevée (1400 g / j) puis modérée (600 g / j) (Haut-Moyen).

Pour chacun de ces quatre essais, les animaux ont été répartis en lots homogènes de 6 (essais IV) ou 7 individus (essais I, II et III) selon le type génétique, l'origine paternelle, l'âge, le poids vif à la fin de la première saison de pâture, le gain de poids vif depuis la naissance et le régime alimentaire au cours de la période d'élevage de 0 à 6 mois.

Les fourrages ont été offerts *ad libitum* sauf dans l'essai I où l'ensilage de maïs était offert en quantité limitée pour le niveau de croissance inférieur à 800 g / j, ainsi que dans les essais III et IV où il était offert *ad libitum* durant les phases de croissance élevée et en quantité limitée durant les phases de croissance modérée ou faible.

Dans chaque essai, l'apport de concentré a été effectué de façon à couvrir les besoins des animaux en fonction de l'objectif de croissance recherché.

2. Animaux

Au total 141 animaux Montbéliards (essais I, II, III et IV) et croisés Holstein × Montbéliards (essais III et IV) issus du troupeau laitier du domaine INRA de Mirecourt ont été utilisés au cours de ces quatre essais (4 ont été éliminés en cours d'expérience pour des raisons sanitaires).

Les animaux, nés en novembre-décembre et sevrés à l'âge de 8 semaines ont été mis en expérience à l'âge de 11,6 mois en moyenne après avoir effectué une saison de pâturage à partir de 7 mois (tabl. 2).

La castration, effectuée à la pince, a eu lieu en début de période hivernale sauf pour les animaux des lots « Haut-Moyen » et « Haut-Bas » des essais III et IV où elle a eu lieu à la fin de la phase de croissance élevée (début février) afin de bénéficier du potentiel de croissance plus élevé du mâle entier.

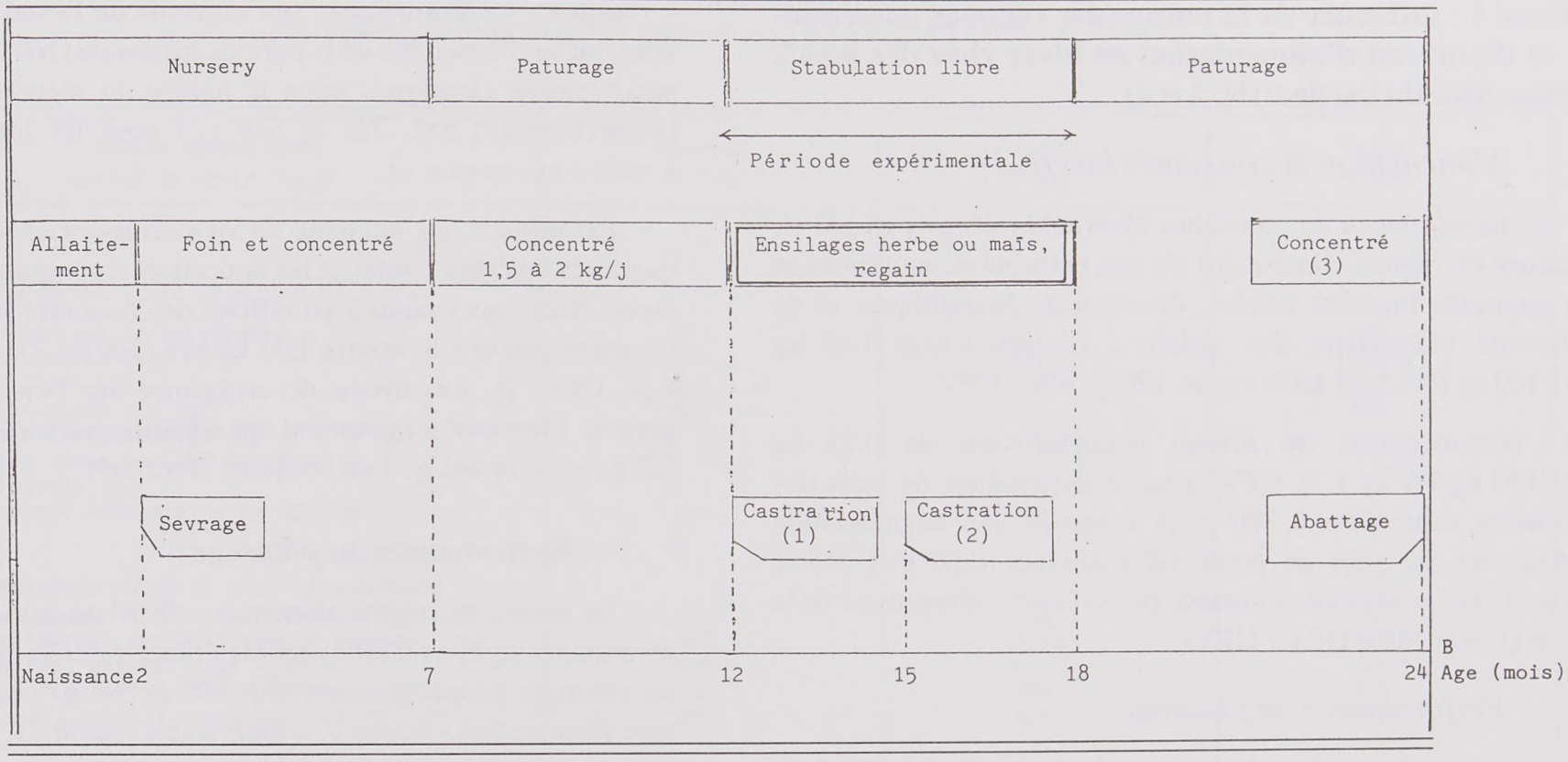
Les animaux de chaque essai pâturaient en un seul troupeau sur des prairies permanentes ou temporaires conduites en pâturage tournant. Pour assurer la finition en fin de saison d'herbe, ils ont reçu une complémentation à base d'orge en grain à partir de la mi-juillet à raison de 140 à 250 kg / animal au total selon les essais avec des quantités variant de 1 à 3 kg / animal / jour.

Les abattages, effectués en fonction de l'état d'engraissement des animaux se sont déroulés entre la mi-septembre et le début du mois de novembre.

Les animaux de l'essai IV ont reçu des anabolisants (FORPLIX) 65 jours avant l'abattage des premiers individus (mi-juillet).

TABLEAU 2

Schéma de la conduite des animaux



(1) Essais I et II, essais III et IV (lots croissance Modérée)

(2) Lots croissance Haut-Moyen et Haut-Bas des essais III et IV.

(3) Quantité identique pour tous les animaux de chaque essai.

3. Contrôles et mesures effectuées

. *Quantités ingérées*

Pendant la période de stabulation hivernale, les quantités offertes et refusées des fourrages distribués à volonté ont été mesurées pendant 3 jours consécutifs par semaine. Les quantités de fourrages distribuées de façon rationnée et celles de concentré ont été pesées tous les jours.

Des prélèvements de chaque aliment distribué ont été effectués 3 jours par semaine pour les fourrages offerts et 1 jour par semaine pour les concentrés en vue de déterminer leur teneur en matière sèche et leur composition chimique.

. *Poids vif*

Au cours de la période de stabulation, les animaux ont été pesés tous les 14 jours avec une double pesée en début d'essai, avant et 7 jours après la castration. Au cours de la période pâturage les pesées ont eu lieu toutes les 3 semaines avec une double pesée 15 jours après la mise à l'herbe et une pesée simple la veille de l'abattage (animaux non à jeun). Les poids au début et à la fin de chaque période et les gains de poids correspondants ont été calculés par régression linéaire.

. *Mesures et prélèvements sur les carcasses*

La carcasse chaude, sans rognons ni dépôts adipeux périrénaux, a été pesée immédiatement après l'abattage avant et après émoussage du gras de couverture sauf dans l'essai I où elle n'a été pesée qu'après émoussage. La carcasse froide a été pesée, après 24 heures environ de ressuage, en chambre froide ventilée.

Le lendemain de l'abattage, quatre mensurations permettant d'apprécier la conformation ont été effectuées sur les deux demi-carcasses : longueur totale, distance jarret-symphyse, épaisseur de la cuisse, épaisseur du faux-filet.

La conformation et l'état d'engraissement, jugés selon la grille EUROP, ont été transformés en deux notes de 0 à 15 (de mauvaise à très bonne pour la conformation, de maigre à très gras pour l'état d'engraissement).

La composition anatomique de la carcasse a été estimée à partir du poids des tissus d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 6ème côte de la demi-carcasse gauche, du poids de carcasse chaude non émoussée, du poids des os canons, du poids de gras périrénal et en utilisant les équations de prévisions établies pour les taurillons par ROBELIN (1983). Cette estimation n'a pu être effectuée dans l'essai I en l'absence du poids de carcasse chaude avant émoussage.

4. Interprétation statistique des résultats

Afin de mettre en évidence des différences dues à chacun des facteurs, nous avons effectué une analyse de variance et covariance avec interactions en utilisant le modèle mathématique décrit par SEEBECK (1973). Aucune interaction entre facteurs n'ayant été mise en évidence, nous les avons éliminées de l'interprétation des résultats.

II. Résultats

1. Essai I : influence de la nature des régimes alimentaires et du niveau d'alimentation en hiver chez des bœufs de race Montbéliarde (tabl. 3 et 4).

. Alimentation et croissance hivernale

A même niveau de croissance hivernale (685 g/j en 141 j), la nature du régime alimentaire n'a pas entraîné de modification des quantités ingérées totales, des apports énergétiques et de l'efficacité alimentaire des rations : respectivement 1,58 kg MS/100 kg PV, 5,73 UFV/jour, 120 g GPV/UFV.

L'accroissement du niveau d'alimentation de 0,25 kg MS/100 kg PV et 1,71 UFV/jour avec l'ensilage de maïs (lot croissance supérieure à 800 g/j) a permis une augmentation significative du gain de poids vif journalier (868 g/j contre 686 g/j sans modification notable de l'efficacité alimentaire de la ration (116 et 119 g GPV/UFV).

. Performances au pâturage

La nature des régimes hivernaux n'a pas eu d'influence significative sur les performances au pâturage, bien que les animaux ayant consommé de l'ensilage d'herbe aient eu tendance à avoir un gain de poids supérieur à ceux alimentés avec de l'ensilage de maïs (903 g/j contre 803 g/j respectivement jusqu'à l'abattage).

L'augmentation du niveau d'alimentation et des croissances hivernales correspondantes n'a pas entraîné de modification significative des croissances au pâturage (respectivement 803 et 771 g/j jusqu'à l'abattage pour les lots « croissance inférieure à 800 g/j » et « croissance supérieure à 800 g/j ».

. Résultats d'abattage

Les animaux ont été abattus à un âge moyen de 699 jours identiques pour les 3 lots (23 mois) et à un poids vif moyen de 608 kg. Ils ont fourni des carcasses de 318 kg après émoussage. Aucune différence significative n'a été observée selon les facteurs étudiés.

. Caractéristiques et qualité des carcasses

A même niveau de croissance hivernale, les animaux alimentés avec de l'ensilage d'herbe (lot « herbe ») au cours de l'hiver présentent une compacité de la cuisse significativement plus élevée que celle des animaux alimentés avec de l'ensilage de maïs (0,315 contre 0,304 ; $P<0,05$).

Aucune différence significative sur les autres caractéristiques de la conformation et de la composition de la 6ème côte n'a été observée selon les facteurs étudiés.

2. Essai II : influence de la nature des régimes alimentaires et des modalités de croissance en hiver chez des bœufs de race Montbéliarde (tabl. 5 et 6)

. Alimentation et croissance hivernale

Le niveau d'ingestion totale et les apports énergétiques ont été plus faibles chez les animaux nourris à l'ensilage de maïs : 1,51 contre 1,73 et 1,75 kg MS/100 kg PV ; 6,28 contre 7,29 et 7,27 UFV/jour respectivement pour les lots « maïs », « herbe » et « regain ». En revanche l'efficacité alimentaire de la ration a été plus élevée pour ce même lot (112 g GPV/UFV contre respectivement 87 et 91 g GPV/UFV pour les lots « herbe » et « regain »). Conformément aux objectifs de l'essai les gains de poids vif sur l'ensemble de la période hivernale (160 jours) ont été sensiblement identiques selon la nature du régime alimentaire (respectivement 652, 722 et 679 g/j pour les lots « herbe », « maïs » et « regain »).

Par rapport aux animaux du lot « croissance Modérée », les quantités ingérées totales et les apports énergétiques ont été plus élevés chez ceux soumis à un rythme de croissance « Haut-Bas » (respectivement 1,81 contre 1,51 kg MS/100 kg PV ; 7,61 contre 6,28 UFV/j). Le niveau de croissance sur l'ensemble de la période hivernale a également été significativement plus élevé ; 727 g/j contre 641 g/j en 160 jours ($P<0,05$).

. Performances au pâturage

La nature du régime alimentaire distribué durant la période hivernale n'a pas eu d'influence significative sur les performances au pâturage (respectivement 851, 837 et 896 g/j jusqu'à l'abattage pour les lots « herbe », « maïs » et « regain »).

L'augmentation du gain de poids au cours de la période hivernale chez les animaux à croissance discontinue « Haut-Bas » s'est traduite par une diminution significative de leur niveau de croissance au cours des 154 premiers jours de pâturage par rapport aux animaux à croissance hivernale « Modérée » (797 contre 883 g/j).

. Résultats d'abattage

A même âge d'abattage (706 jours), la nature des régimes alimentaires et des modalités de croissance durant la période hivernale n'ont pas entraîné de modification du poids vif à l'abattage des animaux (597 kg en moyenne).

Seuls les animaux du lot « maïs » ont produit des carcasses significativement plus lourdes que ceux des lots « herbe » et « regain » (respectivement 334 kg contre 325 et 324 kg) grâce à un rendement plus élevé d'environ 1,5 point (55,9 p.100 contre 54,6 p.100 et 54,2 p.100) ($P<0,05$).

Aucune différence de poids de carcasse et de rendement n'a été observée selon les modalités de croissance hivernale.

. Caractéristiques et qualité de la carcasse

Les caractéristiques de conformation des carcasses n'ont pas été modifiées par la nature des régimes alimentaires et les modalités de croissance hivernale à l'exception de la note de conformation où elle a été plus élevée chez les animaux à croissance « Modérée » (6,4 contre 6,0 ; $P<0,05$).

Les carcasses des animaux nourris à l'ensilage de maïs durant l'hiver ont eu une proportion de muscles plus élevée (68,7 p.100) et de gras plus faible (15,8 p.100) par rapport aux animaux alimentés avec de l'ensilage d'herbe (66,9 p.100 de muscles et 17,5 p.100 de gras ; $P<0,05$).

La composition anatomique de la carcasse n'a pas été influencée par la forme de la courbe de croissance hivernale.

TABLEAU 3

Influence du niveau de croît hivernal et de la nature des régimes alimentaires sur les performances des bœufs Montbéliards (essai I)

Régime alimentaire niveau de croît (g/j)	"herbe" < 800	"maïs" < 800	"maïs" > 800
Effectif	6	7	7
1er HIVER ENTRE 12 ET 18 MOIS (141 jours)			
. Age à la mise en lot (jour)	371	365	363
. Poids initial (kg)	388,8	377,3	383,9
. Poids final (kg)	485,6 a	474,2 a	506,2 b
. Gain de poids vif (g/j)	687 a	686 a	868 b
. Matière sèche ingérée (kg/j)	6,73	6,95	8,37
. Matière sèche par 100 kg PV	1,54	1,63	1,88
. UFV ingérée (j)	5,70	5,76	7,47
. Efficacité alimentaire (g GPV/UFV)	121	119	116
PHASE PATURAGE ENTRE 18 MOIS ET ABATTAGE			
. Durée (jours)	185	194	194
. Poids initial après la mise à l'herbe (kg)	462,6	453,0	479,1
. Poids fin "pâture" (kg) (1)	579,6	561,3	575,5
. Gain de poids vif "pâture" (g/j) (2)	922	853	791
. Gain de poids vif "abattage" (3)	903	803	771

(1) Poids de l'ensemble des individus présents au 27/08

(2) Vitesse de croissance jusqu'au 1er abattage.

(3) Vitesse de croissance sur l'ensemble de la période estivale de chaque individu.

Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 %.

TABLEAU 4

Influence du niveau de croît hivernal et de la nature du régime alimentaire sur les résultats d'abattage des bœufs Montbéliards (essai I)

Régime alimentaire niveau de croît (g/j)	"herbe" < 800	"maïs" < 800	"maïs" > 800
Effectif	6	7	7
RESULTATS D'ABATTAGE			
. Age à l'abattage (jours)	697	701	699
. Poids vif à l'abattage (kg)	614,8	594,8	615,7
. Poids de carcasse chaude (kg) (1)	319,6	313,2	321,3
CONFORMATION DE LA CARCASSE			
. Compacité de la cuisse (2)	0,315 a	0,304 b	0,304 b
. Epaisseur du faux-filet (cm)	5,43	5,44	5,70
. Note de conformation	7,67	7,43	8,00
. Note d'engraissement	7,83	8,29	8,14
COMPOSITION DE LA 6ème COTE			
. % muscles	69,0	69,1	70,4
. % gras	14,2	15,7	14,5
. % os	16,8	15,2	15,1

(1) Poids de carcasse chaude après émoussage.

(2) $\frac{\text{Epaisseur de la cuisse}}{\text{Longueur jarret symphyse}}$

Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 %.

TABLEAU 5

Influence des modalités de croissance et de la nature des régimes alimentaires sur les performances des bœufs Montbéliards (essai II)

	Modalités de croissance		Régimes alimentaires		
	Modéré	Haut-Bas	"herbe"	"maïs"	"regain"
Effectif	20	21	13	14	14
1er HIVER ENTRE 12 ET 18 MOIS (160 jours)					
. Age à la mise en lot (jour)	339	341	339	340	340
. Poids initial (kg)	364,6	364,0	370,0	360,7	362,5
. Poids final (kg)	467,9	475,1	472,3	474,2	468,5
. Gain de poids vif 1ère période (g/j) (1)	-	968	-	-	-
. Gain de poids vif 2ème période (g/j) (2)	-	390	-	-	-
. Gain de poids vif total (g/j)	641 a	727 b	652	722	679
. Matière sèche ingérée (kg/j)	7,81	8,89	8,74	7,45	8,86
. Matière sèche ingérée par 100 kg P.V (kg/j)	1,51	1,81	1,73	1,51	1,75
. UFV ingérée	6,28	7,61	7,29	6,28	7,27
. Efficacité alimentaire (g GPV/UFV)	102	91	87	112	91
PHASE DE PATURAGE ENTRE 18 MOIS ET ABATTAGE					
. Durée (jours)	206	207	208	205	207
. Poids initial après la mise à l'herbe (kg)	441,3	449,8	442,5	449,2	445,2
. Poids fin pâture (kg) (3)	577,3	573,5	577,3	576,5	572,3
. Gain de Poids Vif "Pâturé" (g/j) (4)	883 A	797 B	866	827	826
. Gain de Poids Vif "abattage" (g/j) (5)	887	839	851	837	898

(1) Gain de poids durant la phase de croissance haute (H) (95 jours)
(2) Gain de poids durant la phase de croissance modérée (M) (65 jours)
(3) Poids de l'ensemble des individus présents au 15/09
(4) Gain de poids jusqu'au 1er abattage (154 jours).
(5) Gain de poids jusqu'à l'abattage de chaque individu.

Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % (minuscules) et 1 % (majuscules).

TABLEAU 6

Influence des modalités de croissance hivernale et de la nature des régimes alimentaires sur les résultats d'abattage et la composition tissulaire des carcasses des bœufs Montbéliards (essai II)

	Modalités de croissance		Régimes alimentaires		
	Modéré	Haut-Bas	"herbe"	"maïs"	"regain"
Effectifs	20	21	13	14	14
RESULTATS D'ABATTAGE					
. Age à l'abattage (jours)	705	708	706	705	706
. Poids vif abattage (kg)	598,5	595,5	595,1	598,1	597,6
. Poids de carcasse chaude (kg) (1)	329,6	326,0	325,0 a	334,4 b	323,7 a
. Pertes à l'émoussage (%)	2,25	2,57	2,43	2,53	2,27
. Pertes au ressuyage (%)	1,84	1,72	1,86	1,83	1,64
. Rendement (%) (2)	55,1	54,7	54,6 a	55,9 b	54,2 a
CONFORMATION DE LA CARCASSE					
. compacité de la cuisse (3)	0,310	0,306	0,305	0,309	0,308
. compacité de la carcasse (kg/cm) (4)	2,42	2,39	2,38	2,45	2,38
. epaisseur du Faux Filet (cm)	5,43	5,29	5,20	5,52	5,33
. Note de conformation	6,4 a	6,0 b	6,0	6,29	6,29
. Note d'engraissement	8,05	8,05	8,15	8,15	8,15
COMPOSITION DE LA CARCASSE					
. Poids de muscles (kg)	223,4	220,6	217,2	229,6	218,9
. Poids de gras (kg)	54,6	54,3	56,7	52,8	54,0
. Poids d'os (kg)	52,1	51,0	50,8	52,5	51,3
. % de muscles	67,8	67,6	66,9 a	68,7 b	67,6 ab
. % de gras	16,5	16,7	17,5 a	15,8 b	16,7 ab
. % d'os	15,8	15,6	15,6	15,7	15,8

(1) Poids de carcasse chaude avant émoussage sans rognons et gras de rognons.
(2) $\frac{\text{Poids de carcasse chaude}}{\text{Poids vif plein}}$
(3) $\frac{\text{Epaisseur de la cuisse}}{\text{Longueur jarret symphyse}}$
(4) $\frac{\text{Poids de carcasse chaude}}{\text{Longueur totale}}$

Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5%.

3. Essais III et IV : influence des modalités de croissance en hiver chez des bœufs Montbéliards et croisés Holstein × Montbéliards (tabl. 7 et 8).

. Alimentation et croissance hivernale

Les quantités ingérées totales et les apports énergétiques ont été respectivement de 1,97, 2,04 et 1,93 kg MS / 100 kg PV et 6,46, 8,37 et 7,82 UFV / j pour les lots à croissance « Modérée », « Haut-Moyen » et « Haut-Bas ».

Aucune différence importante des quantités ingérées, des apports énergétiques et de l'efficacité alimentaire des rations n'a été observée selon le type génétique (essai III) et entre les essais III et IV.

Sur l'ensemble de la période hivernale (167 jours), les croissances des animaux du lot « Haut-Moyen » ont été significativement plus élevées de celles des lots « Modéré » et « Haut-Bas » (respectivement 1034, 808 et 918 g / j ; $P < 0,01$) ainsi que le poids vif à la fin de l'hiver (525, 478 et 502 kg ; $P < 0,01$).

Les croissances au cours de l'hiver ont été peu différentes selon le type génétique et les essais. A même âge, les animaux Holstein × Montbéliards étaient significativement plus lourds que les Montbéliards au début des essais (369 contre 348 kg). Dans l'essai IV, à la fin de la période hivernale les animaux avaient un poids plus faible que ceux de l'essais III (488 contre 512 kg ; $P < 0,05$).

. Performances au pâturage

La croissance au cours des 146 premiers jours de pâturage (gain de poids jusqu'au 1er abattage) des animaux soumis à un rythme de croissance hivernale « Haut-Bas » a été significativement plus faible que celle des animaux soumis au rythme « Modéré » (823 contre 935 g / j). Les animaux du lot « Haut-Moyen » ont eu une croissance intermédiaire à celle des animaux des autres lots (870 g / j). Ces niveaux de croissance se sont toutefois plus différents lorsque l'on considère la totalité de la période.

La croissance au pâturage des bœufs Holstein × Montbéliards a été significativement plus élevée que celle des Montbéliards (871 contre 822 g / j jusqu'à l'abattage). De même cette croissance a été plus élevée dans l'essai IV que dans l'essai III (895 contre 803 g / j, $P < 0,01$).

. Résultats d'abattage

Le poids vif et l'âge à l'abattage ont été peu différents selon les modalités de croissance hivernale (604 kg, 696 jours en moyenne). En revanche, les animaux soumis à des rythmes de croissance discontinue « Haut-Moyen » et « Haut-Bas » ont fourni des carcasses significativement plus lourdes que celles des animaux soumis à un rythme « Modéré » (respectivement 338 et 332 kg contre 320 kg). Ceci s'explique essentiellement par un rendement à l'abattage meilleur (respectivement 54,6 p.100 et 54,8 p.100 contre 54,0 p.100 ; $P < 0,05$).

Grâce à leur poids vif à l'abattage plus élevé (617 contre 593 kg ; $P < 0,05$) les animaux croisés Holstein × Montbéliards ont fourni des carcasses significativement plus lourdes que celles des bœufs Montbéliards (336 contre 324 kg) mais avec un gras de couverture plus important ; en effet, les pertes à l'émoussage ont été significativement plus élevées (3,86 p.100 contre 3,30 p.100).

Le poids à l'abattage et le poids de carcasse ont été peu différents entre les deux essais ; toutefois l'âge à l'abattage était plus faible dans l'essai IV (687 contre 704 j ; $P < 0,05$) ainsi que le rendement (53,8 p.100 contre 55,0 p.100, $P < 0,01$).

. Caractéristiques et qualité de la carcasse

Les valeurs moyennes de la compacité de la cuisse, de la compacité de la carcasse, de l'épaisseur du faux-filet, de la note de conformation et de la note de gras sont respectivement égales à 0,306, 2,39 kg / cm, 5,05 cm, 5,92 et 8,12 ; elles ne varient pas significativement selon les modalités de croissance hivernale.

L'épaisseur du faux-filet est significativement plus élevée chez les Montbéliards que chez les croisés (5,18 cm contre 4,90 cm).

On peut également noter une compacité de la cuisse significativement supérieure dans l'essai IV, comparativement à l'essai III.

Les animaux soumis au rythme de croissance hivernale « Modéré » ont fourni des carcasses significativement moins riches en muscles et plus riches en graisses que celles des animaux soumis à des rythmes de croissance discontinue « Haut-Moyen » ou « Haut-Bas » : respectivement 67,5 p.100 contre 68,6 p.100 et 68,4 p.100 pour la proportion de muscles ; 16,9 p.100 contre 16,0 p.100 pour la proportion de tissu adipeux.

Les carcasses des bœufs croisés Holstein × Montbéliards sont significativement plus grasses que celles des Montbéliards : respectivement 56,2 kg et 16,7 p.100 de tissu adipeux contre 52,1 kg et 16,0 p.100.

Aucune différence dans la composition anatomique de la carcasse n'est observée entre les essais III et IV.

III. Discussion - Conclusion

Les 137 bœufs Montbéliards et croisés Holstein × Montbéliards de ces essais ont été abattus à l'âge de 23 mois à un poids vif moyen de 602 kg. En début d'essai à 11,6 mois, ils pesaient 363 kg en moyenne et ont réalisé un gain de poids vif au cours de la période hivernale de 824 g / j grâce à un apport de 1,84 kg de matière sèche totale / 100 kg de poids vif et de 7,19 UFV / j. Les croissances au cours de la période de pâturage entre 17 mois et l'abattage ont été en moyenne de 846 g / j (avec une complémentation de 140 à 250 kg de concentré en moyenne au cours des 3 derniers mois). Ils ont produit des carcasses pesant 329 kg en moyenne et comprenant 67,9 p.100 de muscles et 16,4 p.100 de tissu adipeux.

1. Influence de l'aliment distribué (ensilage d'herbe, ensilage de maïs, regain) au cours de l'hiver entre 12 et 17 mois

Globalement, on peut retenir que, pour des niveaux de croissance comparables, la nature des régimes alimentaires distribués au cours de l'hiver entre 12 et 17 mois n'a pas influencée de façon significative les performances au pâturage.

Les animaux alimentés avec de l'ensilage de maïs ont tendance à produire des carcasses un peu plus lourdes et également

TABLEAU 7

Influence des modalités de croissance sur les performances des bœufs Montbéliards et Holstein × Montbéliards (essais III et IV)

	Type génétique		Modalités de croissance			Essais	
	MO	HN X MO	Modéré	Haut-Moyen	Haut-Bas	III	IV
Effectifs	42	34	26	25	25	42	34
1er HIVER ENTRE 12 ET 18 MOIS							
. durée (jours)	157	157	157	157	157	162	153
. Age à la mise en lot (jours)	354	361	358	358	356	359	356
. Poids initial (kg)	348,0 a	369,4 b	350,3	362,0	360,7	363,7	349,9
. Poids final (kg)	494,2	509,7	477,9 A	524,7 B	501,7 C	511,5a	488,3b
. Gain de poids Vif 1ère période (g/j) (1)	-	-	-	1396	1349	-	-
. Gain de poids Vif 2ème période (g/j) (2)	-	-	-	639 A	449 B	-	-
. Gain de poids Vif Total (g/j)	928	908	808 A	1034 B	918 C	930,0	905
. Matière sêche ingérée (kg/j)	*8,91* *	*9,03* *	8,17	9,09	8,32	8,97	8,00
. Matière sêche ingérée par 100 kg P.V (kg/j)	*2,15* *	*2,03* *	1,97	2,01	1,93	2,09	1,91
. UFV ingérée	*7,74* *	*7,90* *	6,46	8,37	7,82	7,82	7,22
. Efficacité alimentaire (g GPV/UFV)	*121* *	*113* *	125	123	117	119	125
PHASE DE PATURAGE ENTRE 18 MOIS ET ABATTAGE							
. durée	180	182	182	179	182	183	178
. Poids initial après la mise à l'herbe (kg)	457,0	469,8	441,3 A	480,4 B	467,4 B	463,1	462,3
. Poids "fin pature" (kg) (3)	572,3 A	598,4 B	570,3 a	601,2 b	581,0 ab	575,7a	594,3b
. Gain de poids Vif "paturé" (g/j)(4)	838 A	924 B	935 a	870 ab	823 b	789 A	985 B
. Gain de poids Vif "abattage" (g/j) (5)	822 a	871 b	890	836	801	803 A	895 B

(1) Gain de poids durant la phase de croissance haute (H) (respectivement 89 et 90 jours pour les essais III et IV)
(2) Gain de poids durant la phase de croissance modérée (M) ou basse (B) (respectivement 73 et 63 jours pour les essais III et IV)
(3) Poids de l'ensemble des individus au 13/09.
(4) Gain de poids jusqu'au 1er abattage. (respectivement 143 jours et 149 jours pour les essais III et IV
(5) Gain de poids jusqu'à l'abattage de chaque individu.
(*) Essai III uniquement.
Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 % (minuscules) et 1 % (majuscules)

TABLEAU 8

Influence des modalités de croissance hivernale sur les résultats d'abattage et la composition tissulaire des carcasses chez des bœufs Montbéliards et croisés Holstein × Montbéliards (essais III et IV)

	Type génétique		Modalités de croissance			Essais	
	MO	HN X MO	Modéré	Haut-Moyen	Haut-Bas	III	IV
Effectifs	42	34	26	25	25	42	34
RESULTAT D'ABATTAGE							
. Age à l'abattage (jours)	691	702	697	693	698	704 a	687 b
. Poids Vif abattage (Kg)	593,2 a	617,1 b	591,3	617,5	603,4	601,1	607,1
. Poids de carcasse chaude (Kg)(1)	323,9 a	336,1 b	319,5 a	337,8 b	331,5 ab	330,9	327,5
. Pertes à l'emoussage (%)	3,30a	3,86 b	3,55	3,48	3,61	4,38 A	2,52 B
. Pertes au ressuyage (%)	1,69	1,53	1,53	1,64	1,69	1,60	1,63
. Rendement (%) (2)	54,5	54,4	54,0 a	54,6 ab	54,8 b	55,0 A	53,8 B
CONFORMATION DE LA CARCASSE							
. Compacité de la cuisse (3)	0,308	0,304	0,303	0,306	0,309	0,302 A	0,311 B
. Compacité de la carcasse (kg/cm) (4)	2,36	2,42	2,34	2,43	2,39	2,40	2,37
. Epaisseur du Faux Filet (cm)	5,18 A	4,90 B	4,90	5,20	5,06	4,99	5,12
. Note de conformation	6,02	5,79	5,85	5,88	6,04	5,79	6,09
. Note de gras	8,07	8,18	8,23	7,88	8,24	8,00	8,26
COMPOSITION DE LA CARCASSE							
. Poids de muscles (kg)	221,6	228,3	215,7 A	231,8 B	226,7 AB	225,3	223,8
. Poids de gras (kg)	52,1 A	56,2 B	54,2	54,5	53,1	54,3	53,5
. Poids de l'os (kg)	50,1	51,8	50,1	51,8	50,7	51,1	50,6
. % muscle	68,3	67,9	67,5 a	68,6 b	68,4 b	68,0	68,3
. % Gras	16,0 a	16,7 b	16,9 a	16,0 b	16,0 b	16,3	16,2
. % Os	15,4	15,4	15,7 a	15,3 a	15,3 b	15,4	15,4

(1) Poids de carcasse chaude avant émoussage sans rognons et gras de rognons.
(2) Poids de carcasse chaude / Poids vif plein
(3) Epaisseur de la cuisse / Longueur jarret symphyse
(4) Poids de carcasse chaude / Longueur totale
Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% (minuscules) et 1% (majuscules).

moins grasses qu'avec les autres régimes. Ces écarts ont été significatifs dans l'essai II (334 contre 325 et 324 kg et 15,8 contre 17,5 et 16,7 p.100 de tissu adipeux respectivement pour l'ensilage d'herbe et le regain).

La conformation de la carcasse a été peu modifiée par la nature du régime alimentaire, excepté la compacité de la cuisse favorable à l'ensilage d'herbe dans l'essai I.

2. Influence du niveau de croissance de 12 à 17 mois

L'augmentation du niveau de croissance hivernale de 700 à près de 900 g/j (essai I) par augmentation des apports alimentaires (+ 1,7 UFV/j) n'a pas entraîné de diminution de l'efficacité alimentaire de la ration et ne semble pas modifier de façon significative les performances au pâturage, les résultats d'abattage, les caractéristiques et la qualité des carcasses.

A partir de résultats obtenus au Domaine INRA du Pin-au-Haras pour la race Normande, D. MICOL (1986) cite des niveaux de croissance optimum compris entre 600 et 900 g/j autour de 1 an sans risque d'engraissement excessif et sans que les performances ultérieures au pâturage soient pénalisées.

3. Influence du rythme de croissance (Modéré, Haut-Bas, Haut-Moyen) de 12 à 17 mois

Une forte restriction alimentaire de l'ordre de 400 à 450 g/j pendant 70 jours en fin d'hiver (rythmes Haut-Bas des essais II, III et IV) n'a pas permis de bénéficier d'une croissance compensatrice au pâturage par rapport à un rythme de croissance hivernale continue et modérée de 650 à 800 g/j. En effet les performances au cours des 150 premiers jours de pâturage sont même significativement plus faibles, ces écarts ne sont toutefois plus significatifs au moment de l'abattage des animaux.

Dans les essais III et IV, une phase de croissance élevée (1300 g/j) suivi d'une restriction alimentaire modéré (650 g/j) après castration à 15 mois, n'a pas entraîné de diminution importante de la croissance ultérieure au pâturage.

Au cours de ces mêmes essais, les animaux soumis à des rythmes de croissance hivernale discontinue ont eu tendance à produire des carcasses plus lourdes (338, 332 contre 320 kg respectivement pour les lots Haut-Moyen, Haut-Bas et Modéré), plus riches en muscles et moins grasses que celles des animaux soumis à un rythme de croissance modéré.

La conformation des carcasses a été peu influencée par les modalités de croissance hivernale.

4. Comparaison des deux types génétiques Montbéliards et Holstein × Montbéliards

Les animaux croisés Holstein × Montbéliards se caractérisent par un potentiel de croissance au pâturage plus élevé que les Montbéliards (871 contre 822 g/j jusqu'à l'abattage) et sont ainsi abattus à un poids significativement plus élevé à même âge (617 contre 593 kg). Ils fournissent des carcasses plus lourdes (+ 12 kg) mais aussi un peu plus grasses (16,7 p.100 contre 16,0 p.100 de tissu adipeux).

Les bœufs Montbéliards ont tendance à fournir des carcasses mieux conformées notamment au niveau de l'épaisseur du faux-filet.

5. Différences observées entre les essais III et IV

Les croissances au pâturage plus élevées dans l'essai IV peuvent s'expliquer par un poids vif en fin d'hiver et une perte de poids après la mise à l'herbe plus faibles, mais également par l'action des anabolisants administrés au cours de cet essai.

Les caractéristiques et la qualité des carcasses ont cependant été globalement peu différentes entre les deux essais ; ce qui laisse supposer que les anabolisants n'ont pas eu d'effets. Cette hypothèse devrait éventuellement être vérifiée au cours des expérimentations à venir.

* * *

En définitive, la production de bœufs à partir d'animaux laitiers nés à l'automne ou en début d'hiver abattus à 22-24 mois à la fin de la saison d'herbe, permet d'obtenir des carcasses de 320-330 kg comparables à celles obtenues en race Normande pour le même schéma de conduite (MICOL, 1986).

L'alimentation hivernale durant la phase de croissance de 12 à 17 mois peut être assurée par de l'ensilage de maïs, de l'ensilage d'herbe voire du foin de bonne qualité. Les niveaux de croissance doivent se situer entre 600 et 900 g/j et peuvent être réalisés en modulant la forme de la courbe de croissance et en retardant la castration vers l'âge de 15 mois.

Au cours de la deuxième saison de pâturage, les animaux doivent avoir à leur disposition une herbe de qualité leur permettant de réaliser des croissances de 800 à 1000 g/j. Une complémentation comprise entre 2 et 3 kg/animal/jour au cours des 3 derniers mois de la saison est nécessaire pour pouvoir abattre les animaux à un état d'engraissement suffisant.

Références bibliographiques

ALLEN D., KILKENNY B., 1984. Beef production from dairy - bred - Calves In. *Planned Beef Production*. 2nd ed. p. 131-173. Granada, London.

FAUCON A., 1986. Situation actuelle et évolution récente des différents types de production de viande bovine et de leur marché. In *Production de viande bovine,* Ed., D. MICOL, INRA Paris, 7-32.

MICOL D., 1986. Production de viande de bœufs et de jeunes taureaux. In *Production de viande bovine,* Ed. D. MICOL, INRA Paris, 169-200.

SEEBECK R.M., 1973. The effect of bodyweight loss on the composition of Brahman cross and Africander Cross steers. 1. Empty body weight, dressed carcassweight and offal componient. *J. agric. Sci. Camb.,* **31,** 73-79.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1985 (66) 61-65

Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et Holstein × Montbéliards engraissés au pâturage

2. Caractéristiques physico-chimiques des viandes

P.R. PARRASSIN*, Rolande DUMONT** et J.H. TEISSIER †**

** INRA-SAD, Domaine expérimental, 88500 Mirecourt*

*** INRA-ENSSAA, Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zootechnie 26, bd du Docteur Petitjean, 21000 Dijon*

Dans le cadre de l'étude d'un schéma de production de bœufs de 2 ans à partir de veaux nés à l'automne dans des troupeaux laitiers Montbéliards ou croisés Holstein × Montbéliards présentée dans ce bulletin (PARRASSIN et TEISSIER, 1986), il est apparu opportun de tester l'influence de la nature de l'alimentation et de la vitesse de croissance au cours du 2ème hiver (de 12 à 17 mois), voire de la croissance compensatrice ultérieure sur les caractéristiques physico-chimiques des viandes. Il existe en effet assez peu de travaux sur la qualité de la viande de bœufs de 2 ans finis à l'herbe en fonction de ces différents facteurs ; en outre, nous ne disposons d'aucune référence en race Montbéliarde ou chez des croisés Holstein × Montbéliards. Dans le cas présent, on peut penser que les variations de la nature du régime ou de la vitesse de croissance au cours de l'hiver auront peu de répercussions sur la qualité de la viande des animaux abattus 6 mois plus tard, sauf toutefois si le phénomène de croissance compensatrice au pâturage est très marqué ou si les poids à l'abattage sont très différents.

I. Conditions expérimentales

1. Animaux

Parmi les 137 animaux mis en expérience et abattus à l'âge de 23 mois (PARRASSIN et TEISSIER, 1986), seuls les 117 animaux des essais II, III et IV font l'objet de mesures sur la viande. Leur poids de carcasse est en moyenne égal à 329 kg.

Ces 117 animaux se répartissent de la manière suivante :

. **Essai II :** 41 animaux de race Montbéliarde

. 20 ont un rythme de croissance modéré (M) sur l'ensemble de l'hiver (641 g / j).

. 21 ont un rythme de croissance discontinu haut (968 g / j) puis bas (390 g / j) (H.B.).

Trois régimes alimentaires sont comparés au cours de cet essai : ensilage d'herbe, ensilage de maïs ou regain.

. **Essais III et IV :** 42 animaux Montbéliards (MO) et 34 croisés Holstein × Montbéliards (HO × MO).

Ils ont les modalités de croissances suivantes :

. Modéré (808 g / j) : 26 animaux
. Haut-Moyen (1391, 639 g / j) : 25 animaux
. Haut-Bas (1349, 449 g / j) : 25 animaux

Tous les animaux sont nourris à l'ensilage de maïs. Ceux de l'essai IV (n = 34) reçoivent des anabolisants 65 jours avant l'abattage des premiers individus.

2. Mesures physico-chimiques

Ces déterminations ont été faites pour tous les animaux sur trois muscles (long dorsal, dentelé, trapèze) prélevés au niveau des 5ème et 6ème côtes de la demi-carcasse gauche après 24 h de ressuage en chambre froide ventilée (0 à 2° C).

Ils sont enveloppés dans une feuille d'aluminium et subissent une maturation de 6 jours à + 4° C.

Les différentes mesures réalisées sont les suivantes :

. **Cisaillement :** les mesures sont effectuées sur l'appareil à cisailler INRA (SALE, 1971). Pour chaque muscle, 20 à 25 mesures sont réalisées pour des épaisseurs variables de l'éprouvette de viande comprises entre 0,4 et 1,4 cm. La force et le travail de cisaillement sont calculés pour une épaisseur d'échantillon standard de 1 cm selon SALE et TOURAILLE (1973). Ces mesures sont faites sur viande crue (F, W) et sur viande cuite (Fc, Wc).

Pour la cuisson, des morceaux pesant 50 g environ sont chauffés à l'étuve jusqu'à une température à cœur de 55-56° C dans le cas des muscles long-dorsal et dentelé ou dans de l'eau à ébullition pendant une heure pour le trapèze.

. **pH :** il est mesuré sur viande broyée au moyen d'un pH mètre HEITO.

. **Teneur en matière sèche :** elle est déterminée par dessiccation à l'étuve (103° C, 24 heures) de 2 échantillons d'environ 10 g de muscle broyé au robot-coupe.

. **Pouvoir de rétention d'eau :** il est apprécié par mesure de la perte d'eau sous l'effet d'une pression selon la méthode de GOUTEFONGEA (1963).

. **Pertes de poids à la cuisson :** elles sont mesurées au moment de la cuisson mentionnée ci-dessus.

. **Teneur en fer héminique :** elle est déterminée selon la méthode HORNSEY (1956).

. **Réflectométrie :** il s'agit d'une mesure de réflectance au moyen d'un réflectomètre Manuflex II. Cette détermination est faite sur le muscle long-dorsal uniquement.

3. Interprétation des résultats

Les résultats sont interprétés par analyse de variance d'un dispositif non orthogonal avec interactions. Les facteurs pris en compte sont selon les essais : la nature de l'alimentation, les modalités de croissance, le type génétique et l'année.

II. Résultats

1. Essai II : influence de la nature des régimes alimentaires et des modalités de croissance en hiver chez des bœufs de race Montbéliarde (tabl. 1)

. **Evolution du muscle *post-mortem* :** l'acidification *post-mortem* des muscles s'est effectué tout à fait normalement. Les pH mesurés 6 jours après l'abattage sur viande broyée sont en moyenne de 5,55, 5,60 et 5,68 respectivement pour les muscles long-dorsal, dentelé et trapèze. Sur 123 muscles analysés, aucun pH supérieur à 6 n'a été enregistré.

. **Teneur en Matière Sèche :** les teneurs moyennes sont respectivement égales à 24,9 p.100, 23,9 p.100, 23,5 p.100 pour les muscles long-dorsal, dentelé et trapèze ; elles ne varient pas significativement selon les facteurs étudiés.

. **Mesures de cisaillement :** les valeurs de cisaillement obtenues sur viande crue et cuite ne diffèrent pas selon le régime alimentaire à l'exception toutefois de la valeur W (travail de cisaillement) du muscle trapèze plus faible pour le lot « ensilage de maïs ».

Chez les animaux soumis au rythme de croissance modéré durant la phase hivernale, toutes les valeurs de cisaillement obtenues sur le muscle long-dorsal sont significativement plus faibles ; pour les deux autres muscles, aucun écart n'apparaît.

. **Couleur :** aucune différence de couleur n'est mise en évidence.

. **Pouvoir de rétention d'eau et pertes de poids à la cuisson :** la nature de l'alimentation n'a pas d'effet sur le pouvoir de rétention d'eau ou sur les pertes de poids à la cuisson.

Le pouvoir de rétention d'eau a tendance à être meilleur (pertes d'eau plus faibles) chez les animaux soumis à une croissance modérée en hiver mais cet écart n'est significatif que pour le muscle dentelé.

Les pertes de poids à la cuisson ne sont pas modifiées par le rythme de croissance.

2. Essais III et IV : influence des modalités de croissance en hiver sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande de bœufs Montbéliards et Holstein × Montbéliards (tabl. 2 et 3)

. *Evolution du muscle* post-mortem

Aucun pH supérieur à 6 n'est observé, l'évolution *post-mortem* du muscle est donc satisfaisante. Les pH moyens sont respectivement de 5,51, 5,56 et 5,65 pour les muscles long-dorsal, dentelé et trapèze.

Les 3 modalités de croissance hivernale testées (Modéré, Haut-Moyen, Haut-Bas) n'ont aucune influence sur le pH des viandes.

Chez les Montbéliards, le pH des muscles étudiés est toujours supérieur à celui observé chez les bœufs croisés mais les écarts ne sont significatifs que pour le trapèze.

Enfin, aucun écart des valeurs moyennes du pH n'est observé entre les essais III et IV.

. *Teneur en matière sèche*

Les teneurs en matière sèche sont en moyenne de 25,56 p.100, 24,36 p.100 et 24,22 p.100 respectivement pour les muscles long-dorsal, dentelé et trapèze.

Le muscle dentelé des animaux à croissance modérée a une teneur en matière sèche significativement plus élevée que celle des animaux à croissance discontinue (24,8 p.100 contre 24,0 p.100 et 24,2 p.100) ; aucun écart n'est mis en évidence pour les deux autres muscles.

Comme pour le facteur « modalité de croissance hivernale », les différences de teneur en matière sèche selon le type génétique n'apparaissent que pour le muscle dentelé : 24,6 p.100 chez les Montbéliards contre 24,1 p.100 chez les Holstein × Montbéliards.

On peut également noter une légère différence dans les teneurs en matière sèche entre l'essai III à l'essai IV, l'écart n'étant significatif que pour le muscle trapèze.

. *Mesures de cisaillement*

Aucune différence liée aux modalités de croissance des différentes valeurs de cisaillement n'a pu être mise en évidence pour les trois muscle étudiés.

TABLEAU 1

Influence des modalités de croissance et de la nature des régimes hivernaux sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande chez les bœufs Montbéliards (essai II)

	Moyenne Générale	Type génétique		Modalités de croissance			Essais	
		Montbéliards	Holstein X Montbéliards	Modéré	Haut-Moyen	Haut-Bas	III	IV
Effectifs	76	42	34	26	25	25	42	34
LONG DORSAL								
F (d a N)	2,28	2,09 A	2,51 B	2,27	2,30	2,26	2,58 A	1,90 B
W (d J)	0,64	0,60 a	0,71 b	0,66	0,64	0,64	0,73 A	0,54 B
Fc (d a N) (1)	2,67	2,61	2,74	2,75	2,63	2,63	2,81 a	2,50 b
Wc (d J)	1,37	1,37	1,38	1,39	1,39	1,35	1,44	1,30
pH	5,51	5,54	5,48	5,48	5,53	5,52	5,48	5,54
MS %	25,56	25,49	25,66	25,80	25,36	25,52	25,62	25,49
Pertes en eau (%)	13,83	13,87	13,78	13,70	13,92	13,87	13,61	14,09
Pertes de Poids à la cuisson (%) (1)	10,81	10,81	10,80	10,72	10,77	10,93	9,70 A	12,08 B
Fer (µg/g muscle frais)	19,19	18,75 a	19,74 b	18,56	19,62	19,43	19,48	18,84
Lumière réfléchie (%) (1)	38,9	37,6	40,5	38,6	38,8	39,3	42,3 A	34,6 B
DENTELE								
F (d a N)	4,79	4,60	5,02	4,64	4,89	4,84	4,92	4,63
W (d J)	1,48	1,40 a	1,58 b	1,44	1,46	1,55	1,57 A	1,38 B
Fc (d a N) (1)	4,22	4,06	4,41	4,26	4,19	4,20	4,50 a	3,88 b
Wc (d J) (1)	1,93	1,85	2,03	1,93	1,95	1,92	2,05 A	1,79 B
pH	5,56	5,57	5,55	5,57	5,54	5,56	5,55	5,56
MS (%)	24,36	24,59 a	24,08 b	24,79 a	24,04 b	24,23 b	24,37	24,35
Pertes en eau (%)	15,27	14,97	15,63	14,72	15,69	15,41	15,51	14,96
Pertes de poids à la cuisson	9,54	9,83	9,18	9,37	9,57	9,67	8,81 A	10,44 B
Fer (µg/g muscle frais)	21,63	21,24	22,12	21,00	21,75	22,17	21,88	21,32
TRAPEZE								
F (d a N)	10,02	9,68	10,44	9,93	10,57	9,57	10,53 A	9,39 B
W (d J)	2,61	2,54	2,68	2,53	2,70	2,59	2,77 A	2,40 B
Fc (d a N) (1)	2,98	3,00	2,95	2,94	2,98	3,01	2,98	2,97
Wc (d J) (1)	1,55	1,56	1,53	1,49	1,54	1,61	1,57	1,51
pH	5,65	5,68 a	5,61 b	5,69	5,62	5,64	5,67	5,63
MS (%)	24,22	24,25	24,18	24,12	24,10	24,43	24,39 a	24,00 b
Pertes en eau (%)	13,79	13,38	14,29	13,20	14,66	13,52	13,36 a	14,31 b
Pertes de poids à la cuisson (%) (1)	45,68	45,32	46,10	46,18	45,49	45,38	46,24 a	44,97 b
Fer (µg/g muscle frais)	18,82	18,56	19,14	18,31	19,28	18,89	18,84	18,79

(1) ces résultats ont été obtenus sur 75 animaux au lieu de 76.
Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% (miniscules) et 1% (majuscules).

TABLEAU 2

Influence des modalités de croissance sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande chez des bœufs Montbéliards et croisés Holstein × Montbéliards (essais III et IV)

	Moyenne générale	Modatiés de croissance		Régimes alimentaires		
		Modéré	Haut-bas	herbe	maïs	regain
Effectifs	41	20	21	13	14	14
LONG DORSAL						
F (d a N)	2,53	2,30 a	2,74 b	2,59	2,27	2,72
W (d J)	0,68	0,61 a	0,74 b	0,70	0,59	0,74
Fc (d a N)	2,72	2,44 a	2,98 b	1,90	2,47	2,80
Wc (d J)	1,43	1,28 a	1,57 b	1,51	1,27	1,51
pH	5,55	5,56	5,55	5,56	5,55	5,55
MS %	24,91	24,82	25,00	25,27	24,71	24,78
Pertes d'eau en %	13,65	13,19	14,09	13,71	13,34	13,90
Pertes de poids à la cuisson (1)	14,09	13,77	14,41	14,34	13,94	14,00
Fer (µg/g muscle frais)	19,18	18,88	19,46	19,46	19,43	18,66
Lumière réfléchie % (2)	42,7	43,3	42,2	40,0	43,7	44,7
DENTELE						
F (d a N)	5,53	5,32	5,73	5,82	5,35	5,45
W (d J)	1,38	1,32	1,44	1,42	1,35	1,38
Fc (d a N)	3,97	3,97	3,97	3,82	4,06	4,02
Wc (d J)	1,80	1,79	1,81	1,81	1,84	1,76
pH	5,60	5,61	5,59	5,58	5,61	5,60
MS %	23,85	23,77	23,93	24,14	23,63	23,80
Pertes d'eau en %	14,83	14,30 a	15,34 b	14,68	14,80	15,01
Pertes de poids à la cuisson (3)	12,62	12,98	12,30	12,60	12,35	12,94
Fer (µg/g muscle frais)	22,15	21,94	22,34	22,19	21,92	22,33
TRAPEZE						
F (d a N)	11,88	11,87	11,89	11,87	11,47	12,31
W (d J)	2,43	2,53	2,34	2,44 a	2,25 ab	2,61 a c
Fc (d a N) (3)	2,99	3,03	2,94	2,89	2,99	3,08
Wc (d J) (3)	1,49	1,53	1,45	1,44	1,53	1,51
pH	5,68	5,69	5,67	5,68	5,68	5,68
MS %	23,54	23,59	23,50	23,41	23,61	23,60
Pertes d'eau en %	13,23	13,07	13,38	12,84	13,43	13,39
Pertes de poids à la cuisson (4)	46,37	46,40	46,34	46,30	46,32	46,50
Fer (µg/g muscle frais)	18,88	18,79	18,97	19,05	19,37	18,24

Ces résultats ont été obtenus respectivement sur 34 (1), 39 (2), 38 (3) et 33 (4) animaux au lieu de 41.

Les résultats suivis de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5 %.

TABLEAU 3

Influence des facteurs étudiés sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande interactions significatives entre les facteurs (Essais III et IV)

Type génétique x essais	Montbéliard x essai III	Croisés x essai III	ss	Montbéliard x essai IV	Croisés x essai IV
LONG DORSAL					
F (d a N)	2,31	2,86	5 %	1,87	1,94
W (d J)	0,64	0,82	1 %	0,55	0,52
Fer (µ g/g muscle frais)	18,51	20,45	1 %	18,99	18,60
DENTELE					
F (d a N)	4,49	5,34	5 %	4,70	4,50
W (d J)	1,42	1,71	5 %	1,38	1,36
TRAPEZE					
F (d a N)	9,83	11,24	5 %	9,54	9,14
W (d J)	2,62	2,91	5 %	2,47	2,30
Perte de poids à la cuisson (%)	46,31	46,17	5 %	44,29	46,03
Fer (µg/g muscle frais)	18,05	19,64	1 %	19,08	18,33

Type génétique x modalités de croissance	Montbéliard x modéré	Montbéliard x Haut-moyen	Montbéliard x Haut-bas	ss	Croisés x modéré	Croisés x Haut-moyen	Croisés x Haut-bas
LONG DORSAL							
Perte de poids à la cuisson (%)	10,11	11,21	11,10	5 %	11,51	10,29	10,71

Les valeurs de cisaillement obtenues sur viande crue dans l'essai III sont plus élevées chez les croisés, cet écart favorable aux Montbéliards, d'une part ne se retrouve pas sur la viande cuite et d'autre part n'apparaît pas dans l'essai IV. Par ailleurs, dans ce dernier essai, les valeurs de cisaillement moyennes sont toujours plus faibles que celles de l'essai III quel que soit le muscle considéré.

. Couleur

Le rythme de croissance hivernal n'a pas d'effet sur la teneur en fer héminique de la viande.

La viande des bœufs Holstein × Montbéliards est plus riche en fer héminique que celle des Montbéliards ; cet écart ne se retrouve pas dans l'essai IV.

. Pouvoir de rétention d'eau et pertes de poids à la cuisson

Les modalités de croissance hivernale n'ont pas d'effet sur le pouvoir de rétention d'eau de la viande. Aucune différence significative des pertes de poids à la cuisson n'apparaît ; sur cette mesure toutefois l'interaction type génétique × modalités de croissance est significative.

Le pouvoir de rétention d'eau et les pertes de poids à la cuisson ne diffèrent pas selon le type génétique, à l'exception toutefois du muscle trapèze de l'essai IV dont les valeurs de pertes de poids à la cuisson des animaux Montbéliards sont plus faibles que celles des croisés du même essai et de l'ensemble des animaux de l'essai III.

Il existe des différences significatives du pouvoir de rétention d'eau et de pertes de poids à la cuisson entre les essais III et IV. Pour le muscle trapèze, les pertes d'eau sont plus faibles dans l'essai III que dans l'essai IV. Les pertes à la cuisson sont également plus faibles dans l'essai III pour les muscles long-dorsal et dentelé, mais plus élevées pour le trapèze.

III. Discussion - Conclusion

Les 117 bœufs Montbéliards et Holstein × Montbéliards de ces essais, abattus à l'âge de 23 mois en moyenne et à un poids de carcasse chaude d'environ 330 kg sont vraisemblablement peu sensibles au stress (aucun pH supérieur à 6). Ils fournissent une viande dont les caractéristiques physico-chimiques les plus importantes sont les suivantes, respectivement pour les trois muscles long-dorsal, dentelé et trapèze :

. force de cisaillement sur cru : 2,36, 5,05 et 10,67 daN
. force de cisaillement sur cuit : 2,69, 4,13 et 2,98 daN
. teneur en matière sèche : 25,3, 24,2 et 24,0 p.100
. perte d'eau : 13,8, 15,1 et 13,6 p.100
. perte de poids à la cuisson : 12,0, 10,6 p.100 (rotis)
. teneur en fer héminique : 19,2, 21,8 et 18,9 µg par g de viande.

1. Influence de l'aliment distribué (ensilage d'herbe, ensilage de maïs ou regain) au cours de l'hiver entre 12 et 17 mois

Les animaux alimentés avec de l'ensilage de maïs ont produit des carcasses significativement plus lourdes (334 kg contre 325 et 324 respectivement pour l'ensilage d'herbe et le regain) et également moins grasses, 15,8 p.100 de tissus adipeux contre 17,5 et 16,7 p.100 (cf. 1° partie). Ces différences de poids et de composition comme le régime alimentaire lui-même sont sans conséquence sur les caractéristiques physico-chimiques des viandes.

2. Influence du rythme de croissance (modéré, haut-bas, haut-moyen) de 12 à 17 mois

Globalement, on peut retenir que la tendreté de la viande est peu influencée par le rythme de croissance entre 12 et 17 mois. Cependant, les valeurs de cisaillement les plus défavorables sont obtenues avec le lot HB de l'essai II ; elles restent assez difficiles à expliquer vraisemblablement à cause de la complexité du schéma expérimental.

La couleur de la viande n'est pas affectée par la conduite des animaux en hiver.

Le pouvoir de rétention d'eau de la viande est peu modifié par le rythme de croissance. Toutefois, lorsque des écarts significatifs existent, ils sont plutôt favorables au rythme modéré (exemple des pertes d'eau de l'essai II).

3. Comparaison des deux types génétiques Montbéliards et Holstein × Montbéliards

On peut tout d'abord se demander si l'acidification *post-mortem* se fait de la même façon pour les deux types génétiques, les animaux Montbéliards ayant toujours des pH musculaires supérieurs de 0,02 à 0,07 point à ceux des croisés Holsteins × Montbéliards.

Les principaux écarts significatifs observés entre les deux types génétiques ont été obtenus dans l'essai III. Ils ne se confirment pas dans l'essai IV ; mais dans ce dernier, tous les animaux avaient reçu des anabolisants.

Les croisés Holstein × Montbéliards fournissent une viande légèrement moins tendre et un peu plus colorée que les Montbéliards. Les autres caractéristiques liées à l'état de l'eau dans le muscle en particulier ne sont pas modifiées.

Il n'existe pas de résultats de l'effet du croisement Holstein en race Montbéliarde. En race Frisonne, chez des bœufs abattus à 24-30 mois, BRUN-BELLUT (1984) constate qu'à même poids d'abattage, la viande des Frisons apparaît plus claire que celle des croisés Holstein × Frison, le pH mesuré sur le muscle long-dorsal est significativement plus faible, la tendreté mécanique, les pertes à la cuisson et la teneur en matière sèche ne varient pas.

4. Différences observées entre les essais III et IV

Les viandes analysées dans l'essai IV ont des teneurs en matière sèche légèrement plus faibles ; leur valeur de cisaillement sont également abaissées et l'écart qui existe entre les deux types génétiques dans l'essai III n'apparaît plus. Il en est de même pour les différences de teneur en fer héminique. Enfin, les pertes à la cuisson sont augmentées dans l'essai IV.

On peut se demander si l'évolution des résultats que nous observons entre ces deux essais n'est pas due à l'action des anabolisants administrés au cours de l'essai IV. Cette hypothèse devrait être vérifiée au cours des expérimentations à venir.

*
* *

En définitive, on peut penser que les caractéristiques physico-chimiques expliquant la qualité organoleptique de la viande bovine sont relativement insensibles aux modifications d'un schéma de production d'un type d'animal donné dont l'âge et le poids à l'abattage sont relativement fixes. Cependant un rythme de croissance modéré au cours du premier hiver apparaitrait plus favorable (tendreté, rétention d'eau) qu'un rythme discontinu lors de cette même période.

L'absence d'écart significatif entre deux lots est plus souvent explicable par la variabilité très grande au sein d'un même lot que par des valeurs moyennes très proches. La complexité des plans d'expérience utilisés dans ce type d'essai rend donc difficile la prise en compte de la variabilité ci-dessus mentionnée de même que la mise en évidence des différences et leur interprétation.

L'utilisation du croisement Holstein sur des animaux de race Montbéliarde semble entraîner une légère diminution de la tendreté de la viande et une faible augmentation de sa couleur.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier pour leur participation à l'étude « Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et croisés Holstein × Montbéliard engraissés au pâturage » :

. Ph. FAIVRE, M. GROSSE, C. BAZARD du domaine de Mirecourt pour les mesures et prélèvements effectués à l'abattoir.

. B. GUERIN et F. DELAMARCHE de la chaire de zootechnie de l'ENSSAA Dijon pour les mesures réalisées au laboratoire.

. L'ensemble du personnel de la Société Coopérative Agricole Vosges Viande et de l'abattoir Municipal de Mirecourt qui nous ont permis d'effectuer les divers prélèvements et mesures.

. Les étudiants qui ont réalisé leur mémoire de fin d'études dans le cadre de ce programme (M. BELLEGY, M. POIVEY, M. ETAHIRI).

Références bibliographiques

BRUN-BELLUT J., 1984. Comparaison des performances de croissance, des qualités de carcasse et de viande de bœufs Frisons et croisés Holstein × Frisons abattus entre 27 et 30 mois. Journée « *Holsteinisation et production de viande* ». ITEB, Paris le 19 janvier 1984.

GOUTEFONGEA R., 1963. Comparaison de différentes méthodes de mesure du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. Liaison avec le pH. *Ann. Zootech.*, **12,** 125-132.

HORNSEY H.C., 1956. The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, **7,** 534-540.

PARRASSIN P.R., TEISSIER J.H., 1986. Production de bœufs de 2 ans Montbéliards et Holstein × Montbéliards engraissés au pâturage. I. Alimentation et croissance, caractéristiques et qualité des carcasses. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **66,** 51-59.

SALE P., 1971. Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation. *Bull. tech. CRZV Theix INRA,* **6,** 35-44.

SALE P., TOURAILLE C., 1973. Influence de l'épaisseur initiale de l'échantillon sur les grandeurs caractéristiques de cisaillement des viandes. *19ème Congrès Européen des Chercheurs de Viande.* Paris II, 627-644.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (66) 67-73

Valeur énergétique des matières grasses de la ration des vaches laitières

M. VERMOREL*, D. SAUVANT*** et Brigitte MICHALET-DOREAU**

** INRA-CRZV Theix, Laboratoire d'Etude du Métabolisme énergétique, 63122 Ceyrat*
*** INRA-CRZV Theix, Laboratoire des Aliments, 63122 Ceyrat*
**** INRA-INA PG, Station de Nutrition et Alimentation, 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05*

I. Introduction

La valeur énergétique nette de la fraction lipidique de la ration des ruminants doit pouvoir être connue avec une précision satisfaisante car elle conditionne très largement le prix d'intérêt, donc le prix de marché des matières grasses ou des aliments concentrés qui en sont riches. En effet, la teneur en matières grasses des rations des vaches laitières peut atteindre 6 à 8 p.100 de la matière sèche et les lipides peuvent alors fournir de 15 à 20 p.100 de l'énergie ingérée.

Dans les principaux systèmes d'estimation de la valeur énergétique des aliments pour les ruminants, celle des matières grasses d'origine végétale varie fortement de 2,4 à 4,1 UF/kg, avec une majorité de valeurs comprises entre 2,4 et 3,1 UF, soit une fourchette de 30 p.100 (fig. 1, STEG et VAN DER HONING, 1979).

L'appréciation de la valeur énergétique nette des lipides de la ration est délicate et soulève deux types de problèmes :

. l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation digestive et métabolique de la fraction lipidique elle-même ;

. l'évaluation et la prise en compte des interactions avec les autres éléments nutritifs de la ration.

L'objet de cette mise au point est donc d'évaluer, à la lumière des données récentes, les parts respectives des principaux facteurs susceptibles de déterminer la valeur énergétique nette la plus probable des matières grasses pour les vaches laitières.

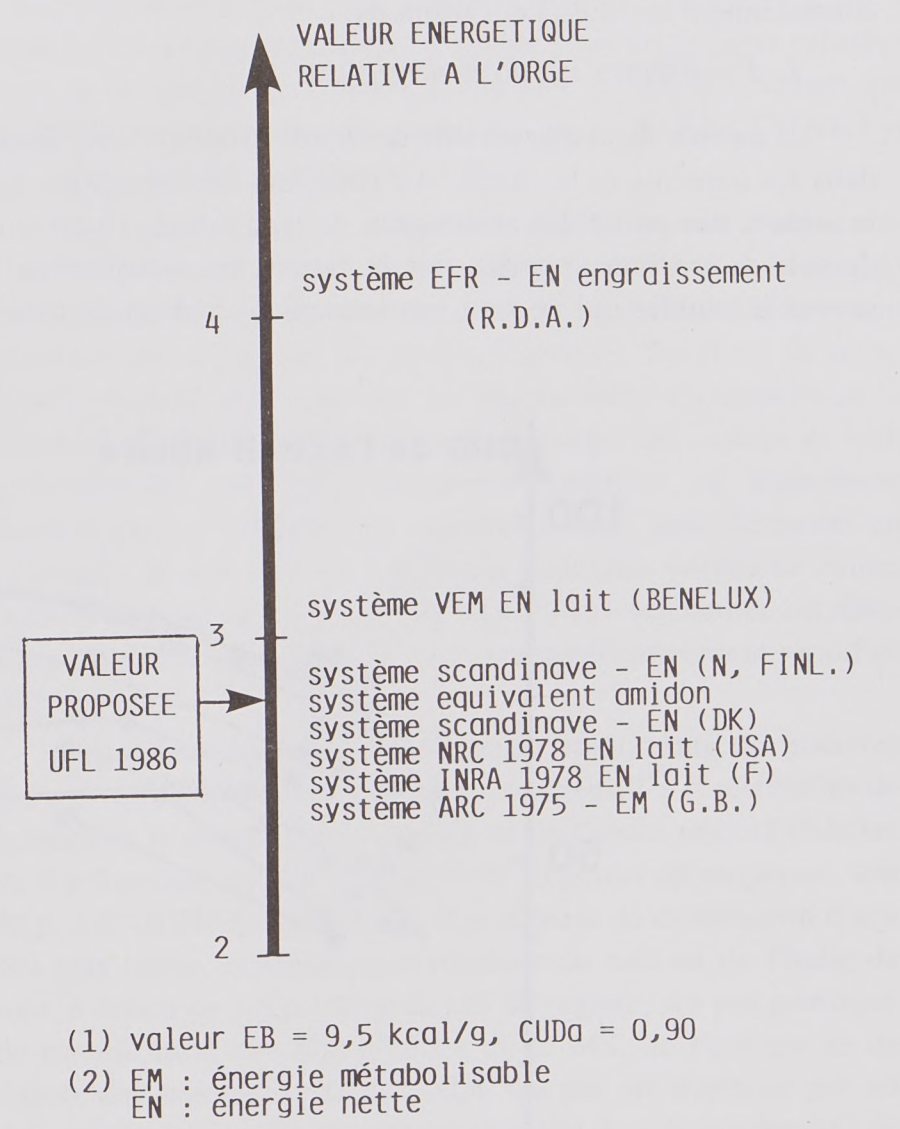


FIG. 1 : *Variation de la valeur énergétique d'une matière grasse végétale (1) selon système d'énergie utilisé (2)*

(STEG, VAN DER HONING, 1979)

II. Les facteurs de variation de la valeur énergétique des matières grasses

A. Teneur en énergie brute (EB)

Les lipides constituent les composés organiques les plus riches en énergie. La teneur en énergie brute la plus souvent retenue pour les matières grasses est celle proposée par SCHIEMANN *et al.* (1971) : 9,5 kcal / g d'extrait éthéré, contre 4,2 pour l'amidon et la cellulose, 5,6 pour les protéines, 3,7 pour le glucose et 3,5 pour l'acétate. En fait, elle dépend de leur composition en acides gras, puisque la valeur calorifique de ces derniers est fonction de leur longueur de chaîne qui accroît la proportion de groupements $-CH_2$ ou -CH = CH- par rapport au groupement -COOH ; ainsi, l'énergie brute est de 8,86 kcal / g pour l'acide laurique (C12 : 0) et 9,53 kcal / g pour l'acide stéarique (C18 : 0). Enfin, l'énergie brute doit être plus faible pour l'extrait éthéré (ensemble des composés extraits par l'éther de pétrole) des fourrages qui contient environ 30 p.100 de pigments et 50 p.100 seulement d'acides gras (BAUCHART *et al.*, 1985) mais on utilise cependant la valeur habituelle de 9,5 kcal / g.

B. Teneur en énergie digestible (ED)

La teneur en énergie digestible d'une matière grasse est égale au produit de sa teneur en énergie brute par sa digestibilité. L'évaluation de ce dernier paramètre soulève des problèmes méthodologiques qu'il convient d'abord de discuter, parce qu'ils conditionnent la validité des résultats.

1. Problèmes méthodologiques

La mesure de la digestibilité des lipides implique leur dosage dans les aliments et les fèces. Au cours des fermentations dans le rumen, une partie des acides gras, de type saturé, en présence de sels de calcium apportés par la ration, est transformée en savons insolubles qui ne sont pas totalement hydrolysés dans la caillette ou l'intestin grêle, ne sont pas absorbés et sont donc excrétés par la voie fécale (revue de BAUCHART, 1981). Les solvants organiques sont incapables d'extraire les acides gras des savons à l'état de précipité. Ce phénomène peut donc entraîner des erreurs importantes par excès dans l'estimation de la digestibilité des matières grasses. De ce fait, il est nécessaire de pratiquer un protocole analytique plus lourd, comportant une première extraction des lipides directement solubles dans le mélange chloroforme-méthanol, puis une hydrolyse acide permettant de libérer les lipides des parois des aliments associés à des sucres ou à des protéines (BAUCHART *et al.*, 1984) ou les acides gras des savons des fèces, et une deuxième extraction. Pour ces raisons, un certain nombre de données publiées sur la digestibilité de la fraction lipidique des rations ne peuvent être correctement interprétées.

Par ailleurs, les résultats des mesures de digestibilité apparente de la fraction lipidique des aliments mettent en évidence des valeurs d'autant plus basses que la teneur en lipides de la ration est faible (fig. 2). Cette diminution résulte de la présence d'une fraction lipidique endogène fécale stricte (lipides de la bile et desquamations du tube digestif) relativement constante et des lipides microbiens synthétisés dans le caecum et le gros intestin. Ce résultat montre qu'il est nécessaire de réaliser un niveau d'apport assez important de matières grasses (7 à 8 p.100) dans une ration pour obtenir une estimation satisfaisante de leur digestibilité.

2. Digestibilité apparente des acides gras et des matières grasses

Malgré les nombreuses transformations subies par les acides gras au cours des fermentations dans le rumen, en particulier leur hydrogénation et la formation de savons, leur digestibilité apparente dans l'intestin grêle et le gros intestin est élevée (de 85 à 89 p.100), chez des vaches recevant des rations expérimentales comportant du lait (BAUCHART *et al.*, 1986).

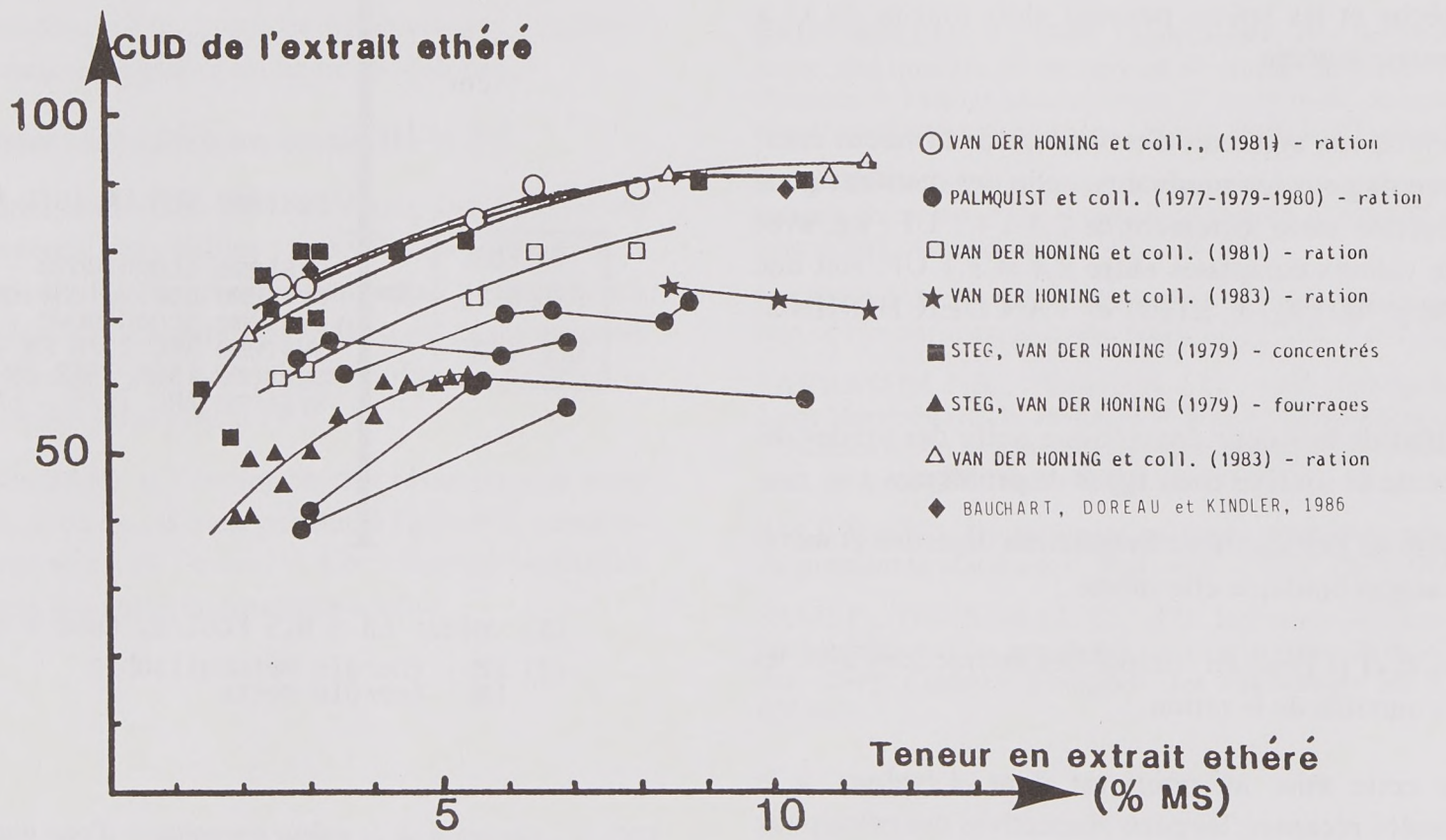


FIG. 2 : *Relation entre la digestibilité apparente de l'extrait éthéré et sa teneur dans la ration*

La digestibilité apparente des matières grasses dans l'ensemble du tube digestif est généralement plus faible chez les vaches laitières recevant des rations à un niveau d'alimentation élevé (3 à 4 fois l'entretien) que chez des moutons nourris au voisinage de l'entretien : dans le cas du suif, 79 contre 89 p.100 pour des teneurs en matières grasses (MG) de 6 à 8 p.100 et 73 contre 91 p.100 pour des teneurs en MG de 8 à 11 p.100 de la MS (VAN DER HONING *et al.,* 1981-1983). Les digestibilités apparentes de l'huile de colza et de l'huile de tournesol chez la vache laitière sont plus élevées et se situent vers 86 p.100 (cf. revue de BAUCHART *et al.,* 1985). Les valeurs obtenues pour l'huile de soja semblent un peu plus faibles chez la vache laitière (73 p.100) comme chez le mouton (83 p.100 ou 78 p.100) selon VAN DER HONING *et al.* (1981) et ANDREWS et LEWIS (1970). D'autres données seront prochainement disponibles pour l'huile de palme et l'huile de soja chez la vache laitière et le mouton (BAUCHART *et al.,* travaux en cours).

Chez la vache laitière, la digestibilité apparente des acides gras reste constante jusqu'à des teneurs en matières grasses de 8 à 10 p.100 de la matière sèche de la ration (PALMQUIST et CONRAD, 1978-1980 ; BINES *et al.,* 1978 ; VAN DER HONING *et al.,* 1983 ; BAUCHART *et al.,* 1986). Elle diminue parfois pour des apports de lipides très élevés, passant ainsi de 81 à 69 p.100 lorsque l'apport d'acides gras augmente de 1176 à 1369 g/jour dans le cas d'un mélange de suif et d'huile de soja dits « protégés » (BINES *et al.,* 1978). Ce phénomène pourrait résulter d'une limite de la capacité digestive au niveau intestinal ; en effet, dans le cas de l'huile de colza, l'absorption des acides gras dans l'intestin grêle passe de 84 à 77 p.100 pour des apports de 850 g et 1580 g/jour, la diminution de la digestibilité portant surtout sur les acides gras saturés (réduction de 81 à 70 p.100) (BAUCHART *et al.,* résultats non publiés).

L'apport de sels de calcium ou de magnésium qui limite les interactions avec les autres constituants de la ration ne réduit pas ou faiblement la digestibilité des matières grasses chez la vache laitière, malgré la formation de savons (cf. Revue de BAUCHART *et al.,* 1985). Un apport de calcium de 0,8 à 1,0 p.100 de la ration, sous forme de phosphate monocalcique ou de chlorure de calcium très solubles, qui satisfait les besoins de la vache laitière, semble correspondre à un optimum pour des teneurs en matières grasses de 5 à 8 p.100 de la matière sèche de la ration (DOREAU et BAUCHART, 1984).

La digestibilité des matières grasses des graines écrasées est généralement inférieure à celle de l'huile extraite, en raison de la présence des autres constituants de la graine qui limitent l'action des émulsifiants et de la lipase pancréatique. De plus, elle diminue lorsque l'apport de graines dans la ration augmente. Ainsi, chez la vache laitière, elle passe de 84,1 à 76,7 p.100 dans le cas de rations contenant 1 ou 2 kg de graines de colza (4,7 et 7,1 p.100 de matières grasses dans la MS) (MURPHY *et al.,* 1984). Elle est cependant proche de 90 p.100 dans le cas de graines de colza aplaties chez des vaches qui en reçoivent 2 kg par jour (DOREAU et BAUCHART, 1984). Enfin, il semble que l'extrusion des graines n'ait aucun effet sur la disponibilité de leurs matières grasses (MICHALET-DOREAU *et al.,* 1985) et que les différences entre la graine extrudée et le mélange « huile + tourteau extrudé » soient réduites (DOREAU *et al.,* 1986).

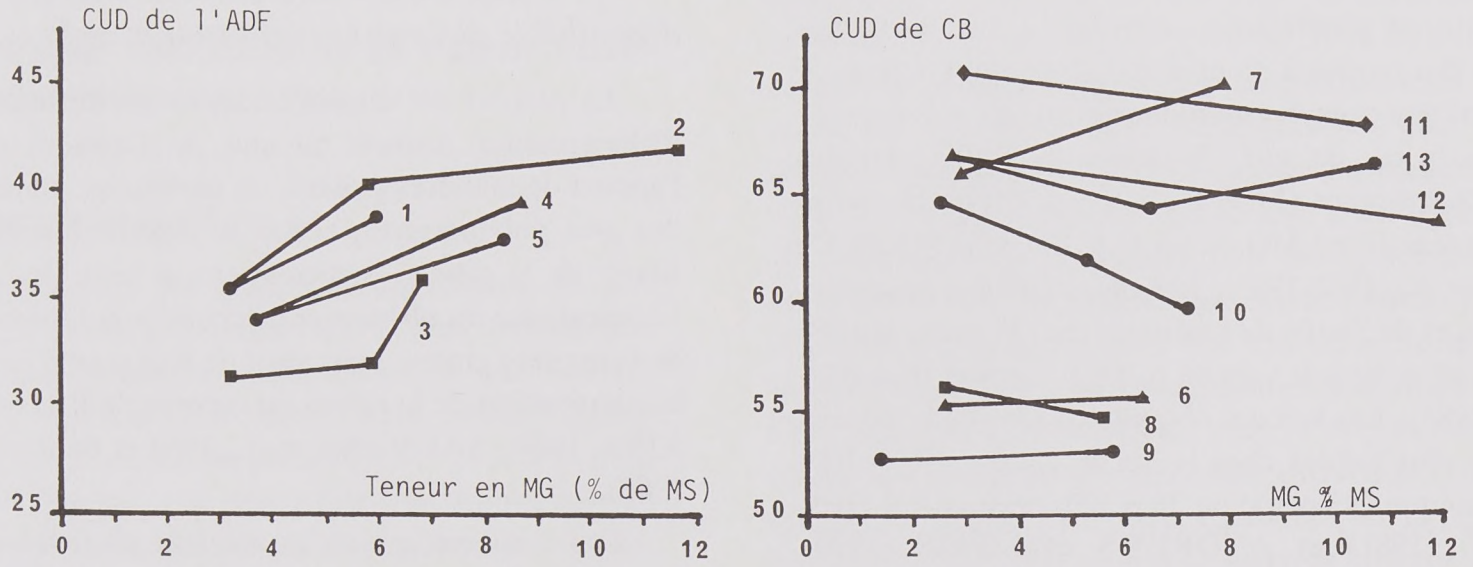
3. Influence de l'ingestion de matières grasses sur la digestibilité des autres constituants de la ration

La plupart des études réalisées sur le mouton, à un niveau d'alimentation souvent proche de l'entretien, montrent que l'apport de matières grasses, en particulier d'huiles riches en acides gras polyinsaturés, réduit la digestibilité des autres constituants de la ration, particulièrement celle des parois végétales. L'importance du phénomène dépend non seulement de la nature de la matière grasse, mais aussi de leur taux d'incorporation et de la composition de la ration (cf. revues de PALMQUIST et JENKINS, 1980 ; SAUVANT *et al.,* 1984 et de BAUCHART *et al.,* 1985).

Les matières grasses pourraient partiellement enrober les particules alimentaires et réduire ainsi leur dégradation par la population microbienne du rumen. En outre, les acides gras polyinsaturés pourraient exercer un effet toxique sur les bactéries ; en effet, *in vitro* ils inhibent la croissance des bactéries cellulolytiques (GALBRAITH et MILLER, 1971), ce qui peut expliquer la réduction de l'activité cellulolytique observée dans le rumen (MICHALET-DOREAU *et al.,* 1985). L'apport de matières grasses dans la ration provoque une diminution du nombre de bactéries et de protozoaires dans la phase liquide du rumen chez le mouton comme chez la vache, réduit la part de la digestion dans le rumen mais semble augmenter le flux d'azote microbien dans l'intestin grêle (KNIGHT *et al.,* 1978 ; SUTTON *et al.,* 1983 ; BAUCHART *et al.,* 1985). Ces modifications s'accompagnent généralement d'un accroissement du pourcentage d'acide propionique dans le mélange des acides gras volatils du jus de rumen. Les phénomènes sont plus marqués pour les matières grasses riches en acides gras polyinsaturés que pour les graisses saturées mais sont fortement réduits par l'apport de sels de calcium qui provoquent la formation de savons (cf. revue de BAUCHART *et al.,* 1985 ; PALMQUIST *et al.,* 1986).

Les vaches laitières, qui reçoivent des niveaux d'alimentation 3 à 4 fois supérieurs à l'entretien, semblent être beaucoup moins sensibles que les moutons aux phénomènes d'interaction digestive liés à l'apport de matières grasses. En effet, de nombreux résultats montrent que les digestibilités apparentes de la matière organique, de l'azote et de l'énergie des rations ne sont généralement pas significativement modifiées ou légèrement améliorées par l'addition de matières grasses supplémentées en calcium ; la digestibilité des parois végétales (cellulose brute, ADF...) est soit maintenue, soit légèrement augmentée ou diminuée, mais en moyenne elle n'est pas significativement modifiée (fig. 3).

Cependant, dans le cas d'apports importants de matières grasses (farine de soja + suif) mal protégées, les digestibilités de la matière organique, de l'énergie et de l'azote ont été réduites de 3 à 5 points et celle de l'ADF de 10 points en moyenne, soit 20 p. 100 (BINES *et al.,* 1978). Par ailleurs, la distribution d'acides gras libres, obtenus par hydrolyse du suif ou de l'huile de soja, à raison de 4,5 p.100 de la MS du régime, n'a pas provoqué de modification des digestibilités de la MS, de l'énergie et de l'azote des rations ; celle de l'ADF n'a pas été modifiée par les AG du soja mais a été réduite de 13 p.100 dans le cas des AG du suif ; la distribution de ces AG sous forme de savons de calcium a amélioré la digestibilité de l'ADF dans les 2 cas mais diminué les digestibilités de l'énergie et de l'azote dans le cas des savons d'AG du suif (JENKINS et PALMQUIST, 1984).



N°	MATIERES GRASSES	REFERENCES
1	graines de soja broyées	PALMQUIST et CONRAD, 1978
2 et 3	MG hydrolysées	
4	suif purifié	PALMQUIST et CONRAD, 1980
5	mélange de MG végétales	
6 et 7	suif	VAN DER HONING, 1981
8	huile de soja	
9	graines de soja broyées ou extrudées	JILG et al, 1985
10	graines de soja écrasées	MURPHY et al, 1984
11	lait entier	BAUCHART, DOREAU et KINDLER, 1986
12	suif	DOREAU, BAUCHART et LEGAY-CARMIER (non publié)
13	huile de colza	

FIG. 3 : *Variations de la digestibilité de l'ADF ou de la cellulose brute (CB) en fonction de la teneur en matières grasses (MG) des rations*

Il faut souligner enfin que l'effet dépressif des matières grasses sur la digestibilité des constituants organiques semble beaucoup plus important dans le cas de rations à base d'ensilage de maïs (riche en amidon) que dans celui de rations à base de foin (DOREAU *et al.*, non publié).

Les différences observées entre les résultats obtenus sur moutons et sur vaches laitières sont difficiles à expliquer dans l'état actuel des connaissances. Elles pourraient provenir en partie d'une diminution du temps de séjour des aliments dans le rumen chez les vaches laitières qui reçoivent une ration importante, donc d'une réduction du rôle des microorganismes dans le rumen, compensée par une amélioration de la digestion dans l'intestin grêle ou le gros intestin.

Il semble donc que la digestibilité de l'énergie des rations des vaches laitières ne soit pas modifiée significativement par l'apport de 5 à 10 p.100 de matières grasses (moyennant un apport adéquat de sels de calcium solubles), malgré la digestibilité généralement plus élevée des acides gras. La teneur en énergie digestible de la ration est cependant accrue en raison de l'énergie brute élevée des matières grasses.

C. Teneur en énergie métabolisable (EM)

Le passage de l'énergie digestible à l'énergie métabolisable s'effectue en soustrayant les pertes d'énergie sous forme de méthane et d'urine.

Chez le mouton, l'apport de matières grasses provoque une réduction des pertes d'énergie sous forme de méthane de 25 à 40 p.100 (CZERKAWSKI *et al.*, 1966 ; VAN DER HONING *et al.*, 1983), consécutive aux diminutions de la digestion dans le rumen et de la digestibilité des glucides pariétaux et à la réduction des proportions d'acides acétique et butyrique dans le mélange d'acides gras volatils du rumen. De plus, les lipides riches en acides gras polyinsaturés exercent un effet inhibiteur sur les bactéries méthanogènes (cf. revue de BAUCHART *et al.*, 1985). On note également une réduction de 10 à 20 p.100 de l'énergie urinaire (VAN DER HONING *et al.*, 1983) qui pourrait résulter de la diminution de l'excrétion de composés provenant de la dégradation des glucides pariétaux.

Chez la vache laitière, les pertes d'énergie urinaire ne sont pas significativement modifiées par l'apport de matières grasses et les pertes sous forme de méthane ne sont réduites que de 0,5 à 1,5 point (de 8 à 22 p.100) (tabl. 1) en raison des modifications beaucoup plus faibles de la digestibilité de la matière organique et des constituants pariétaux en particulier (VAN DER HONING *et al.*, 1981, 1983 ; JILG *et al.*, 1985). En conséquence, **la concentration en énergie métabolisable (EM / EB) n'est pas modifiée** (VAN DER HONING *et al.*, 1983 ; JILG *et al.*, 1985) **ou légèrement améliorée** (de 2 à 6 p.100) **par l'apport de matières grasses** (VAN DER HONING *et al.*, 1981 (tabl. 1). Ces résultats indiquent que la digestibilité plus élevée des matières grasses ajoutées et la réduction des pertes d'énergie sous forme de méthane doivent être compensées par une diminution de la digestibilité d'autres constituants de la ration (non mise en évidence par les analyses), c'est-à-dire qu'il s'agit d'un phénomène d'interaction digestive.

TABLEAU 1

Influence de l'addition de matières grasses sur la valeur énergétique des rations distribuées aux vaches laitières (Mcal / kg MS)

Exp. N°	Matières grasses Nature	%	E. brute Mcal	% de l'énergie brute ED	E. CH_4	Eu	EM	kl %	E. Nette Mcal
1	(Témoin)	2,6	4,28	72,2	5,9	4,5	61,7	58,3	1,54
	Suif	6,3	4,45	73,2	5,3*	4,5	63,4*	60,1	1,70*
	H. soja	5,5	4,43	72,2	5,0*	4,4	62,6	58,1	1,61
	(Témoin)	2,9	4,28	73,2	6,5	4,0	62,6	56,9	1,53
	Suif	7,9	4,52	75,7	6,0*	4,0	65,8*	59,6*	1,77*
2		8,4	4,62	73,4	5,2	4,6	63,6	61,0	1,79
	Suif	10,5[a]	4,53	72,8	5,2	4,3	63,7	62,4	1,80
		11,3	4,73	73,2	4,7	4,4	63,7	61,3	1,85
3	(Témoin)	1,3	4,32	69,0	7,7	3,3	58,1	54,1[b]	1,36
	Gr. soja	5,7	4,52	67,6	6,3*	3,2	58,1	60,4[b*]	1,58*

Expériences : 1 : Van der HONING et al (1981) ; 2 : Van der HONING et al (1983)
3 : JILG et al (1985)

a : suif absorbé sur de la vermiculite
b : rendements calculés à partir de données expérimentales publiées

ED : Energie digestible ; E.CH_4 : énergie perdue sous forme de méthane

Eu : Energie urinaire ; EM : énergie métabolisable

*Pour une même expérience et une même colonne, valeurs significativement différentes au seuil de 5 %.

D. Teneur en énergie nette

La teneur en énergie nette d'un aliment correspond à la quantité d'énergie qui peut être fixée dans l'organisme d'un animal sous forme de protéines et de lipides (réserves corporelles) ou produite dans le lait à partir d'un kg de cet aliment apporté en supplément à la ration de base. Elle peut être calculée en multipliant la teneur en EM de l'aliment par le rendement (k) d'utilisation de l'EM.

1. Rendements d'utilisation de l'EM

Dans le cas d'un ruminant à l'engraissement, le rendement kf est beaucoup plus élevé pour les lipides (80 à 90 p.100) que pour les acides aminés (60 p.100) et les acides gras volatils (30 à 55 p.100), en raison du dépôt préférentiel des acides gras longs dans les cellules des tissus adipeux qui s'effectue sans transformations biochimiques coûteuses en énergie.

Dans le cas de la vache laitière, les données expérimentales, obtenues par bilans énergétiques en chambres respiratoires, sont moins nombreuses que pour les moutons et moins précises car les teneurs en matières grasses des rations sont généralement plus faibles, les mesures portent sur un nombre réduit d'animaux et le rendement (kl) d'utilisation de l'EM est calculé par régression. Chez des vaches en lactation, recevant des rations comportant 6 à 8 p.100 de matières grasses (suif ou huile de colza) ou 8 à 11p.100 de matières grasses (suif), le rendement (kl) d'utilisation de l'EM pour la lactation et la constitution de réserves corporelles était égal ou supérieur de 2 à 5 p.100 à celui du régime témoin (VAN DER HONING *et al.*, 1981, 1983). Dans le cas de vaches en lactation recevant des rations contenant des graines de soja extrudées ou non et ayant une teneur en matières grasses de 5,7 p.100, la différence de rendement était plus élevée (12 p.100) (JILG *et al.*, 1985) (tabl. 1). Pour une teneur en matières grasses moyenne de 8 p.100, l'énergie nette (UFL) des rations est augmentée en moyenne de 12 p.100.

Il serait très risqué d'extrapoler ces différences de rendement et de valeur énergétique à des matières grasses pures. On peut cependant considérer que le rendement d'utilisation de l'EM des rations enrichies en matières grasses, distribuées aux vaches laitières, doit vraisemblablement être amélioré pour 2 raisons :

a) la diminution de la part de la digestion dans le rumen, qui se traduit par une réduction de la production de méthane et une diminution du pourcentage d'acide acétique dans les acides gras volatils, doit s'accompagner également d'une réduction des pertes d'énergie sous forme de chaleur de fermentation ;

b) les lipides alimentaires doivent être utilisés efficacement pour la synthèse des lipides du lait et pour la synthèse et le dépôt des lipides corporels. On peut émettre l'hypothèse que le rendement est voisin de celui déterminé pour l'utilisation des réserves corporelles en début de lactation (80 à 84 p.100) (VAN ES, 1969; MOE *et al.*, 1972 ; SCHIEMANN *et al.*, 1974 ; VERMOREL *et al.*, 1982).

2. Approche théorique

On a vu précédemment que la concentration en énergie métabolisable (EM / EB) des rations distribuées aux vaches laitières n'était pas significativement modifiée par la supplémentation en matières grasses. On peut donc admettre que la concentration en énergie métabolisable (EM / EB) des matières grasses est voisine de celle du reste de la ration.

Si on considère une ration moyenne pour vaches laitières, à base de foin et d'aliment concentré, ayant une digestibilité de l'énergie de 73 p.100 et une concentration en EM de 63 p.100 (VAN DER HONING *et al.*, 1981, 1983), la teneur en énergie métabolisable des matières grasses serait de l'ordre de :

$$9{,}5 \times 0{,}63 = 6{,}0 \text{ Mcal EM / kg MS.}$$

En admettant que le rendement d'utilisation de ces matières grasses pour la lactation et la constitution des réserves corporelles est de 82 p.100, leur teneur en énergie nette serait de :

$$6{,}0 \times 0{,}82 = 4{,}9 \text{ Mcal ENL / kg MS soit}$$
$$4{,}9 / 1{,}73 = \mathbf{2{,}8 \text{ UFL / kg MS}}$$

3. Comparaison avec les valeurs des systèmes existants

Dans le système NEF (1972), utilisé en Allemagne de l'Est pour les vaches laitières et établi à partir des données obtenues avec des moutons à l'engrais, la teneur en énergie nette du suif est de 6,74 Mcal, ce qui correspond à 4,57 UF par kg de MS.

Le système VEM (1977) utilisé aux Pays-Bas, attribue à l'huile de soja une valeur de 3509 VEM correspondant à 3,61 UFL par kg. Cependant, les travaux de VAN DER HONING *et al.* (1981, 1983) sur vaches laitières recevant des régimes supplémentés en suif ou en huile de colza ont conduit ces auteurs à une valeur de l'ordre de 4,60 Mcal ENL, soit 2785 VEM correspondant à 2,87 UFL par kg de MS de suif ou d'huile de soja.

STEG et VAN DER HONING (1979) ont montré que pour une matière grasse végétale de composition moyenne, présentant une digestibilité de 90 p.100, c'est le système NEF qui donne la valeur énergétique, de beaucoup, la plus forte. Le système VEM tend à attribuer une valeur assez élevée, tandis que le système français (INRA, 1978) conduit à la valeur énergétique la plus faible (fig. 1).

Il est à noter que la valeur énergétique nette de 2,8 par rapport à l'orge (2,8 UFL) proposée ci-dessus pour les lipides correspond approximativement à la moyenne des estimations des principaux systèmes énergétiques utilisés actuellement (fig. 1).

4. Prévision de la valeur énergétique des aliments

Pour les aliments composés, des équations de prévision ont été proposées par DEMARQUILLY, ANDRIEU et SAUVANT (1978) et par SAUVANT (1981). Ces modèles attribuent à la fraction « extrait éthéré » une teneur en énergie métabolisable très inférieure à celles proposées par NEHRING *et al.* (1963) (6,88 contre 7,52 à 8,56 kcal EM / g) et par les chercheurs du Rowett Research Institute (1983) : 9,23 kcal EM / g (SAUVANT *et al.*, 1984). La teneur en énergie nette (2,64 UFL / kg d'extrait éthéré) est également parmi les plus faibles de celles données par les autres systèmes (fig. 1). Elle résulte d'un rendement (kl) de 66,4 p.100 calculé à l'aide de la relation de VAN ES (1975) pour l'utilisation de l'EM pour la lactation.

Ce choix était justifié par le manque de connaissances précises sur les phénomènes d'interaction digestive et sur les rendements d'utilisation de l'énergie des lipides chez les vaches laitières. Les nouvelles données seront prises en compte pour corriger les équations de prévision de la valeur énergétique des aliments composés, dans le cadre de l'amélioration des systèmes UFL et UFV prévue pour 1987.

5. Valeur laitière des lipides

Il faut bien souligner que la valeur énergétique nette des matières grasses pour les vaches laitières correspond à la quantité totale d'énergie exportée dans le lait et fixée dans les réserves corporelles. La valeur laitière tend à évaluer la partition du flux d'énergie nette au-dessus de l'entretien entre la production de lait et les réserves corporelles. Elle traduit l'intérêt des rations pour la production laitière. Cette valeur peut être mesurée par le rapport E. LAIT / (E. LAIT + E. GAIN).

Les mécanismes biologiques impliqués dans les variations de la valeur laitière des lipides ont été décrits récemment dans 2 articles publiés dans cette revue (CHILLIARD *et al.*, 1986 ; MORAND-FEHR *et al.*, 1986). Ces connaissances et les recherches en cours devraient permettre de préciser l'apport lipidique optimal selon les conditions physiologiques et alimentaires des femelles laitières. Ce problème a déjà fait l'objet d'études et de recommandations. Ainsi, KRONFELD (1976) a proposé de déterminer l'apport lipidique optimum d'une ration de manière que le rapport EM lipides / EM protéines + glucides soit égal à 16 p.100. Pour BANK *et al.* (1982), cette proportion est de l'ordre de 12 à 15 p.100 selon la ration. Cet « optimum » permettrait, en effet, de maximiser l'efficacité de l'utilisation de l'EM pour produire du lait. Il semble clair qu'un apport lipidique excessif aboutit à une baisse de la valeur laitière de la ration. En outre, BRUMBY *et al.* (1978) ont remarqué une baisse de l'efficacité de l'utilisation de l'énergie pour la sécrétion du lait dans le cas de régimes très riches en lipides. De même, les travaux de VAN DER HONING *et al.* (1981, 1983) montrent que l'accroissement de l'apport lipidique s'est systématiquement traduit par une baisse de la valeur laitière de la ration. Il est vraisemblable que cette baisse de valeur laitière doit être d'autant plus marquée que l'apport lipidique tend à favoriser la production d'acide propionique dans le rumen.

III. Conclusion

Les estimations de la valeur énergétique nette des lipides contenus dans les aliments ou apportés en supplément dans la ration des ruminants divergent assez largement selon la référence ou le système considéré. Les difficultés de cette estimation proviennent notamment :

. du fait que l'on cherche une valeur précise pour un composant qui ne représente en général que 5 à 7 p.100 de la matière sèche et 10 à 15 p.100 de l'énergie ingérée,

. des phénomènes d'interaction digestive qui se manifestent différemment selon la composition de la ration (nature du fourrage, pourcentage d'aliment concentré, teneur en amidon de ce dernier), le niveau d'alimentation et la forme d'apport des lipides,

. de l'existence des variations de la valeur laitière des lipides qui dépend à la fois de la composition de la ration, du stade physiologique et de l'état nutritionnel des animaux.

En conséquence, il n'est pas possible d'attribuer une valeur énergétique à la fois précise et unique aux matières grasses ajoutées à la ration. Ces aspects expliquent les divergences d'appréciation entre les systèmes proposés dans les différents pays : celles-ci sont d'abord à attribuer à des différences de marges de sécurité prises vis-à-vis des conséquences des phénomènes d'interaction digestive et métabolique. Le système des UFL, UFV est vraisemblablement celui qui a pris la plus large marge de sécurité.

Les travaux récents réalisés en France et à l'étranger permettent de proposer une valeur énergétique de 2,8 UFL par kg de MS pour des matières grasses purifiées, comme le suif et les huiles de soja, de colza ou de tournesol, ajoutées à des rations à base de foin. Les valeurs sont probablement plus faibles pour les matières grasses des graines aplaties ou extrudées (sauf les graines de soja), en raison d'une digestibilité plus faible. L'utilisation des rations à base d'ensilage de maïs supplémentées en matières grasses demande à être précisée sur les plans digestif, énergétique et métabolique.

Dans les prochaines années, il est possible que les progrès les plus significatifs dans la nutrition et l'alimentation des vaches laitières soient obtenus en raisonnant le besoin et l'apport lipidiques en termes de matière et non d'énergie forcément diluée dans celle de la ration. Une telle approche reviendrait à adopter un système « L.D.I. » (Lipides Digestibles dans l'Intestin), comparable dans son esprit au système P.D.I. actuel. Plusieurs études (ULYATT, Mc RAE, 1974 ; BRUMBY *et al.*, 1979 ; BAUCHART, VERITE, REMOND, 1984) ont déjà fait progresser les connaissances dans ce sens.

Principales références bibliographiques (1)

BAUCHART D., 1981. Digestion comparée des lipides chez les ruminants et les monogastriques. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **46,** 45-55.

BAUCHART D., DOREAU M., LEGAY-CARMIER F., 1985. Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **61,** 65-77.

BINES J.A., BRUMBY P.E., STORRY J.R., FULFORD R.J., BRAITHWAITE G.D., 1978. The effect of protected lipids on nutrient intakes, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy cows during early lactation. *J. agric. Sci. Camb.,* **91,** 135-150.

CHILLIARD Y., MORAND-FEHR P., SAUVANT D., BAS P., 1986. Utilisation métabolique des lipides par le ruminant en lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **63,** 81-91.

DOREAU M., BAUCHART D., 1984. Optimisation de la digestion des régimes riches en lipides. In C.A.A.A., 8 nov. 1984. *« Peut-on et comment utiliser les matières grasses dans la ration de vaches laitières »,* J1-J26 (Ed. Adeprina).

MICHALET-DOREAU B., BOGAERT C., BAUCHART D., 1985. Valeur nutritive des graines de soja crues ou extrudées pour les ruminants. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **59,** 29-38.

MORAND-FEHR P., CHILLIARD Y., BAS P., 1986. Répercussions de l'apport de matières grasses dans la ration sur la production et la composition du lait de ruminant. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **64,** 59-72.

PALMQUIST D.L., JENKINS T.C. 1980. Fat in lactation rations. *J. Dairy Sci.,* **63,** 1-14.

PALMQUIST D.L., CONRAD H.R., 1980. High fat rations for dairy cows : tallow and hydrolyzed blended fat at two intakes. *J. Dairy Sci.,* **58,** 49.

MURPHY M., UDEN P., PALMQUIST D.L., WIKTORSSON H., 1984. Rumen and digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *35th Annual Meeting of the EAAP,* 6-9 August 1984, The Hague, the Nederlands, 12 p.

VAN DER HONING Y., WIEMAN B.J., STEB A., VAN DONSELAAR B., 1981. The effect of fat supplementation of concentrates on digestion and utilization of energy by productive dairy cows. *Neth. J. agric. Sci.,* **29,** 79-92.

VAN DER HONING Y., TAMMINGA S., WIEMAN B.J., STEG A., VAN DONSELAAR B., VAN GILS L.G.M., 1983. Further studies on the effect of fat supplementation of concentrates fed to lactating dairy cows. 2. Total digestion and energy utilization. *Neth. J. agric. Sci.,* **31,** 27-36.

(1) La liste complète des références pourra être fournie sur demande adressée au premier auteur.

ERRATUM

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1986 (65) 31-39

Production de bœufs de différents types génétiques finis à l'auge à 30 mois (bilan de 7 années)

P. GILLARD*, D. LECONTE**, J.J. CHAMBEYRON* et J. FREBLING*

** INRA, Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 Jouy-en-Josas*

*** INRA, Station d'Amélioration des Plantes fourragères Domaine du Vieux-Pin, 61310 Exmes*

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement Messieurs COLLEAU, MALTERRE et MICOL qui, par leur lecture attentive, leurs remarques et leurs suggestions, nous ont permis d'améliorer et de compléter l'étude proposée.

Nous associons à cette présentation Monsieur LAISSUS, Directeur du domaine pendant l'expérience, sans lequel ce travail n'aurait pu être réalisé.

XVII[e] JOURNEES DU GRENIER DE THEIX

Clermont-Ferrand, 7-8 et 9 octobre 1987

Alimentation des ruminants : révision des tables de l'I.N.R.A.

THEME I : **Valeur nutritive des aliments et son expression**

Première journée

8.00 - 8.50 Accueil des participants

8.50 - 9.00 Présentation
R. JARRIGE

9.00 - 10.00 Révision du système des UF.
M. VERMOREL et M. JOURNET

10.00 - 10.45 Révision du système PDI.
R. VERITE, Brigitte DOREAU et C. PONCET

11.15 - 11.45 Révision du système PDI (suite)

11.45 - 13.00 Révision du système des UE.
J.P. DULPHY, P. FAVERDIN et D. MICOL

14.45 - 15.30 Dosage des constituants pariétaux.
Sylvie GIGER et Sylvie POCHET

15.30 - 16.15 Valeur nutritive des fourrages. Tables et prévision
J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY

16.45 - 18.00 Valeur nutritive des aliments concentrés : tables et prévision.
D. SAUVANT, Jocelyne AUFRERE et P. CHAPOUTOT

THEME II : **Besoins des animaux**

18.00 - 18.45 Besoins en lipides.
M. DOREAU, Y. CHILLIARD, P. MORAND FEHR et D. BAUCHART

Deuxième journée

8.30 - 9.15 Besoins en acides aminés indispensables.
H. RULQUIN et C. CHAMPREDON

9.15 - 10.15 Besoins en macro-éléments minéraux.
L. GUEGUEN et F. MESCHY

10.45 - 11.30 Besoins en oligo-éléments.
M. LAMAND

11.30 - 12.15 Besoins en vitamines.
R. WOLTER

12.15 - 13.00 Conséquences de l'utilisation des additifs alimentaires et des hormones.
Y. GEAY et P. THIVEND

14.15 - 15.30 Variations du contenu digestif et des réserves corporelles chez les femelles.
B. REMOND, Y. CHILLIARD et M. PETIT

THEME III : **Apports alimentaires recommandés, capacité d'ingestion et rationnement**

15.30 - 16.45 Vaches laitières.
A. HODEN et J.B. COULON

17.15 - 18.00 Vaches allaitantes.
M. PETIT et J. AGABRIEL

18.00 - 18.45 Bovins en croissance.
J.L. TROCCON et P. BERGE

Troisième journée

8.30 - 9.15 Bovins à l'engrais.
Y. GEAY et D. MICOL

9.15 - 10.00 Ovins-viande.
M. THERIEZ et Sophie PRACHE

10.00 - 10.40 Brebis laitières.
F. BOCQUIER

11.00 - 12.15 Caprins.
P. MORAND-FEHR, D. SAUVANT et B. VIGNON

12.15 - 13.00 Méthodes de calcul des rations

Institut National de la Recherche Agronomique

PÉRIODIQUES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1986	France Prix T.T.C.	Étranger Prix net
AGRONOMIE, 10 n^{os} par an	650 F	835 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 n^{os} par an	420 F	620 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIÈRES, 4 n^{os} par an	420 F	620 F
ANNALES DE RECHERCHES VÉTÉRINAIRES, 4 n^{os} par an	420 F	620 F
GÉNÉTIQUE, SÉLECTION, ÉVOLUTION, 4 n^{os} par an	420 F	620 F
APIDOLOGIE, 4 n^{os} par an	220 F	350 F (sauf R.F.A.)
BULLETIN TECHNIQUE DU C.R.Z.V. THEIX, 4 n^{os} par an	120 F	165 F
LE LAIT, 4 n^{os} par an	314 F	460 F

PRODUCTIONS ANIMALES

DERNIERS OUVRAGES PARUS

0741 - **La production de viande bovine, D. Micol, éd.**
1986, 504 p. ..... 185,00 F

0743 - **Précis de pathologie des poissons, par P. de Kinkelin, C. Michel, P. Ghittino.**
1986, 348 p. ..... 360,00 F

G039 - **Proposition d'informatisation de la bibliographie relative aux races à effectif limité. L'exemple de la race ovine solognote, par E. Verrier, M. Boitard, J. Bougler, Y. Chabert.**
1985, 73 p. ..... 70 00 F

0698 - **Gestion piscicole des lacs et retenues articifielles, D. Gerdeaux, R. Billard, éd.**
1985, 274 p. ..... 135,00 F

0645 - **Caractérisation et essais de restauration d'un écosystème dégradé : Le lac de Nantua.**
1984, 165 p. ..... 95,00 F

0624 - **Le Cheval : reproduction, sélection, alimentation, exploitation.**
1984, 692 p. ..... 280,00 F

0623 - **Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme.**
1984, 474 p. ..... 195,00 F

0644 - **Prédiction de la valeur énergétique des aliments composés destinés au porc : étude expérimentale,** par **J.M. Perez, R. Ramihone, Y. Henry.**
1984, 95 p. ..... 60,00 F

0608 - **L'aquaculture du Bar et des Sparidés.**
1984, 542 p. ..... 260,00 F

0603 - **Alimentation des animaux monogastriques, porcs, lapins, volailles.**
1984, 296 p. ..... 140,00 F

« LES COLLOQUES DE L'I.N.R.A. »

C029 - **Insémination artificielle et amélioration génétique : bilan et perspectives critiques. Toulouse-Auzeville (France), 23-24 novembre 1983.**
1985, 368 p. ..... 140,00 F

C028 - **Les maladies de la chèvre. Goat diseases. Colloque international. Niort (France), 9-11 octobre 1984.**
1984, 750 p. ..... 281,00 F

C027 - **The reproductive potential of cattle and sheep. Le potentiel de reproduction des bovins et des ovins. Joint Israeli-French symposium, Rehovot (Israël), 21-23 February 1984.**
1984, 413 p. ..... 156,00 F

C022 - **Symposium international sur le sanglier. Toulouse, 24-26 avril 1984.**
1984, 226 p. ..... 114,00 F

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.
Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I.N.R.A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 V Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U.N.E.S.C.O.
Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs et de l'Institut national de la Recherche agronomique

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 4ème trimestre 1986
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP